

Need Analysis of Electrodes for *Shielded Metal Arc Welding* in 3G Position at the Fabrication Laboratory

Analisis Kebutuhan Elektroda pada Pengelasan Model *Shielded* *Metal Arc Welding* Posisi 3G di Laboratorium Fabrikasi

Muntaha

Universitas Negeri Yogyakarta

e-mail: muntaha@uny.ac.id

Abstract

The Shielded Metal Arc Welding (SMAW) practicum in the 3G position is a mandatory practicum course for students of the Mechanical Engineering Education Department. This welding capability requires a thick strip of plate material and a lot of electrodes so that large funds are needed. The purpose of this research is to analyze the need for effectively wrapped electrode consumables that are needed by students in completing the SMAW welding assignment in a 3G position and how long it can be done with 3G welding competence. This study uses descriptive analysis techniques, both quantitatively and qualitatively, with the population studied being students of Mechanical Engineering Education, Yogyakarta State University. Samples were taken by students who practice SMAW welding fabrication courses. The results of the study of the need for electrodes on the welding capability of SMA W 3 G position for the manufacture of fillers require 4 pieces of American Welding Society (AWS) E701 6 electrodes with a diameter of 2,6 mm and for making covers requires AWS E7018 electrodes with a diameter of 3,2 mm in the amount of 5 pieces. Graduates from high schools need a longer time of 136 minutes compared to SMKs which only require 75.

Keywords: *Electrodes, SMAW Welding in 3G Position*

Abstrak

Praktikum pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (*SMAW*) pada posisi 3G merupakan mata kuliah praktikum wajib bagi mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Pengelasan ini memerlukan bahan plat strip yang tebal dan elektroda yang banyak sehingga membutuhkan dana yang besar. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa kebutuhan elektroda terbungkus yang efektif dibutuhkan mahasiswa dalam tugas pengelasan *SMAW* pada posisi 3G dan berapa lama bisa di kerjakan dengan kompetensi pengelasan 3G. penelitian ini mempergunakan Teknik analisis *deskriptif*, baik secara *kuantitatif* maupun dengan populasi yang diteliti mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin Universitas

Negeri Yogyakarta. Sampel yang diambil mahasiswa yang praktek mata kuliah Fabrikasi pengelasan SMAW. Hasil penelitian kebutuhan elektroda terhadap kemampuan pengelasan SMAW posisi 3G untuk pembuatan filler membutuhkan elektroda *American Welding Society (AWS) E7016* diameter 2,6 mm sebanyak 4 buah dan untuk membuat cover membutuhkan elektroda AWS 7018 diameter 3,2 mm sebanyak 5 buah. Lulusan dari SMA memerlukan waktu yang lebih lama sebesar 136 menit di bandingkan dari SMK yang hanya membutuhkan waktu 75 menit.

Kata kunci: Elektroda, Pengelasan SMAW posisi 3G

A. Pendahuluan

Praktikum pengelasan *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* merupakan mata kuliah praktikum wajib bagi mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Kemampuan pengelasan SMAW pada posisi 3G adalah salah satu kompetensi yang di dimiliki mahasiswa untuk bekerja di sekolah maupun di perusahaan. Pada pengelasan akan terjadi tegangan sisa. Tegangan sisa dapat terjadi dalam pengelasan akibat adanya tegangan thermal yang disebabkan perbedaan suhu diantara bahan induk dan daerah Haz, selain itu tegangan sisa juga terjadi akibat adanya transformasi fasa, karena bahan induk yang dipakai adalah baja karbon.¹ Posisi pengelasan baja ST 60 memberikan pengaruh terhadap nilai kekerasan, pada posisi 3G memberikan nilai kekerasan lebih besar dibanding posisi 1G maupun 2G, selain posisi pengelasan kekerasan juga di pengaruhi oleh pola gerakan elektroda yang digunakan.²

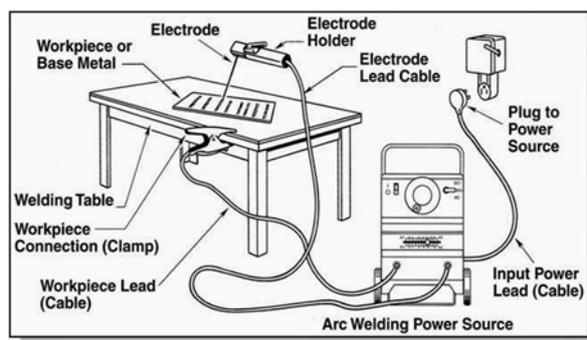
Tujuan penelitian adalah mengetahui kebutuhan elektroda SMAW untuk menyelesaikan tugas praktikum pengelasan SMAW pada posisi 3G dengan baik. Mengoptimalkan dana yang ada untuk pembelian bahan habis pakai dengan naiknya harga bahan sehingga tercukupi. Institusi dapat menentukan dana yang diperlukan untuk pengadaan elektroda SMAW dengan pasti dan tepat. Posisi pengelasan dapat memhasilkan distorsi dan yang terbesar terjadi pada posisi 1G dibandingkan dengan posisi pengelasan 2G dan 3G.³

¹ Robert W. Messler Jr, *Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy* (John Wiley & Sons, 2008).

² Achmad Nurul Qomari, Solichin Solichin, and Prihanto Tri Hutomo, "Pengaruh Pola Gerakan Elektrode Dan Posisi Pengelasan Terhadap Kekerasan Hasil Las Pada Baja ST60," *Jurnal Teknik Mesin* 23, no. 2 (2017).

³ Iqbal Hamdi and Herry Oktadinata, "Pengaruh Variasi Posisi Pengelasan Terhadap Distorsi dan Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Baja Ss400 Menggunakan Metode Gmaw," *JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN* 8, no. 1 (2020): 1–10.

Las busur listrik adalah suatu proses penyambungan logam dimana panas yang dihasilkan busur listrik berasal dari elektroda dengan benda kerja.⁴ Pengelasan SMAW atau las busur dapat dibedakan dalam arus DC dan arus AC. Pengelasan SMAW menggunakan arus DC benda kerja disambungkan pada kutub negatif sedangkan elektroda pada kutub positif. Pengelasan dengan arus AC, logam disambungkan pada kutub positif dan elektroda pada kutub negative. Pengelasan merupakan suatu proses penggabungan beberapa jenis logam dijadikan satu melalui reaksi primer dan kimia yang akan menyebabkan terjadinya obligasi pada bagian bawah tabung yang akan merubah kondisi panas menjadi tekanan.⁵



Gambar 1. Skema rangkaian pengelasan SMAW⁶

Secara umum potensi bahaya akibat pengelasan dapat dibedakan menjadi dua yaitu bahaya fisik (*physical hazards*) dan bahaya kimia (*chemical hazards*). Yang termasuk jenis las busur listrik adalah model pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dan model pengelasan *Metal Active Gas* (MAG). Proses pengelasan dipengaruhi oleh besarnya arus yang dipakai pengelasan, hal ini akan menyebabkan sifat-sifat mekanis hasil lasan seperti nilai kekuatan tarik. Kekuatan tarik tertinggi terdapat pada penggunaan arus 100 A dan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah *Haz*.⁷ Untuk menghindari terjadinya korosi dari pengelasan maka pada ujung elektroda, busur las, cairan logam las dan wilayah yang berdekatan dengan benda kerja harus terlindungi dari reaksi udara luar dengan gas pelindung yang berasal dari hasil pembakaran bahan pelindung elektroda. Perlindungan tambahan pada hasil pengelasan dari elektroda yang mencair berasal dari cairan *flux* atau *slag* yang terbentuk ketika terjadi pembakaran.

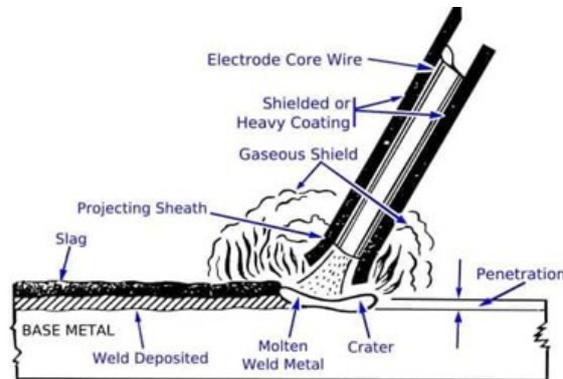
⁴ David H. Phillips, *Welding Engineering: An Introduction* (John Wiley & Sons, 2016).

⁵ Messler Jr, *Principles of Welding*.

⁶ G. A. Kennedy, "Welding Technology. Indianapolis: The Bobbs-Merrill Company" (Inc, 2004).

⁷ Azwinur Azwinur, Syukran Syukran, and Hamdani Hamdani, "Kaji Sifat Mekanik Sambungan Las Butt Weld Dan Double Lap Joint Pada Material Baja Karbon Rendah," *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 12, no. 1 (2018): 9–16.

Prinsip dasar dari proses pengelasan dengan mesin las SMAW dengan elektroda terbungkus ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Proses pengelasan SMAW⁸

Filler metal (logam tambahan) dapat berasal dari logam inti kawat elektroda terbungkus, atau pada proses pengelasan dan elektroda-elektroda tertentu yang biasa dipakai dalam pengelasan juga dapat berasal dari serbuk besi yang dicampur dengan lapisan pembungkus elektroda.

Pengelasan model sambungan las yang benar akan sangat berpengaruh dengan hasil pengelasan, karena hal itu akan berpengaruh pada cara treatment sambungan, urutan dalam pengelasan, ketepatan sambungan, dan hasil produk yang baik.⁹ Setiap tahapan pekerjaan untuk mendapatkan produk yang baik harus dievaluasi secara detail seperti saat pengelasan, posisi pengelasan, mudah mencapai tempat yang las ketika dikerjakan dan inspeksi setelah selesai pengerjaan, mengecek terjadinya *distorsi* dan syarat-syarat perencanaan lain untuk menentukan perincian sambungan las yang tepat. Pengelasan yang biasa dipakai dalam sambungan pengelasan sesuai dengan kebutuhan antara lain sambungan berbentuk tumpul persegi, sambungan berbentuk *single V*, dan sambungan berbentuk *double V*.

Sambungan berbentuk *double V* yang ditunjukkan pada gambar 3 merupakan proses pengelasan SMAW, Sambungan ini lebih hemat pada pengelasan plat dengan tebal $\frac{3}{4}$ inchi sampai 2,5 inchi. Desain sambungan *double V* lebih ekonomis dibanding dengan menggunakan sambungan *single V* karena volume logam lasan yang diisi akan lebih kecil.

⁸ Kennedy, "Welding Technologi. Indianapolis."

⁹ Annette O'Brien and Carlos Guzman, *Welding Handbook Volume 3-Welding Processes-Part 2* (American Welding Society, 2007).



Gambar 3. Sambungan Double V

Pengelasan SMAW dengan posisi pengelasan 2G menggunakan kampuh *double V-butt joint* mempunyai kekuatan tarik lebih besar dibanding dengan kampuh *single U-butt joint*. Adapun harga kekuatan *impak* terbesar sambungan *double V-butt joint* pada pengelasan posisi 1G dibanding dengan jenis posisi yang lainnya.¹⁰ Sedangkan pada pengelasan posisi *over head* dapat diperbaiki nilai kekuatan tariknya dengan menggunakan kampuh las yang luas dengan memperbanyak lembaran-lembaran las supaya semua kampuh las dapat terisi penuh, tapi hal ini akan membutuhkan elektroda yang lebih banyak.¹¹

Kekuatan *impak* dengan metode *Charpy* dilokasi logam induk, HAZ, dan logam las, pada arus pengelasan 70A, 75A, dan 80A menghasilkan nilai tertinggi pada penggunaan arus pengelasan 80A. Sedangkan angka kekerasan dengan metode *Vickers* arus pengelasan 70A mendapatkan kekerasan yang lebih tinggi dibanding arus pengelasan 75A dan 80A.¹²

Sambungan jenis *double V-butt joint* diperlukan *back gouging* pada celah kampuh setelah pengelasan *root* selesai, ini bertujuan untuk mendapatkan *penetrasi* yang sempurna. Penggunaan elektroda untuk pembuatan *Filler* hendaknya dipilih yang mempunyai komposisi dan sifat-sifat mekanis sama dengan logam induk. Posisi pengelasan dan gerakan elektroda pada proses pengelasan SMAW akan mempengaruhi pada sifat mekanik hasil las.¹³ Semua elektroda terbungkus mempunyai bermacam-macam komposisi yang berbeda pada inti logam elektroda dan bahan pelindungnya (*coating*). Fungsi inti kawat elektroda sebagai bahan tambah saat proses pengelasan berlangsung.¹⁴ *Coating* elektroda mempunyai fungsi antara lain; (1) Memberikan perlindungan dan menghindarkan pencemaran busur dan logam las dari udara luar, (2) membentuk lembaran terak di atas kawah las

¹⁰ Luthfi Isna Saputra, Untung Budiarto, and Sarjito Jokosisworo, "Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, Dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Akibat Dengan Variasi Jenis Kampuh Dan Posisi Pengelasan," *Jurnal Teknik Perkapalan* 7, no. 4 (2019).

¹¹ Tarkono Tarkono, Sugiyanto Sugiyanto, and Andriyanto Andriyanto, "Studi Kekuatan Sambungan Las Baja AISI 1045 Dengan Berbagai Metode Posisi Pengelasan," *Mechanical Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 1, no. 1 (2010): 36–44.

¹² Abdul Hamid, "Analisa Pengaruh Arus Pengelasan SMAW Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan," *Jurnal Teknologi Elektro* 7, no. 1 (2016): 142425.

¹³ I. Gusti Ngurah Nitya Santhiarsa and I. Nyoman Budiarsa, "Pengaruh Posisi Pengelasan Dan Gerakan Elektroda Terhadap Kekerasan Hasil Las Baja JIS SSC 41," *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM* 2, no. 2 (2008): 107–11.

¹⁴ American Welding Society Structural Welding Committee, American Welding Society, and American National Standards Institute, *Structural Welding Code-steel* (Amer Welding Society, 1994).

dan sedimen logam, (3) Menghaluskan unsur dari busur, (4) Memperkecil struktur butiran logam, (5) Menghasilkan komponen paduan pada baja paduan rendah, (6) Menghasilkan serbuk besi yang berfungsi mempercepat laju pengisian.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fabrikasi dan Konstruksi jurusan Pendidikan Teknik Mesin selama 6 bulan. Objek dari penelitian adalah kebutuhan elektroda bagi mahasiswa untuk menyelesaikan praktikum pengelasan SMAW pada posisi 3G dengan menggunakan elektroda E7016 dan E7018. Untuk menghasilkan pengelasan yang baik, masing-masing posisi pengelasan dibutuhkan kualifikasi *welder* dan prosedur pengelasan tersendiri.¹⁵ Posisi pengelasan dan jenis elektroda akan mempengaruhi hasil kekuatan mekanis, seperti pengelasan untuk mengelas baja TRS 400 posisi vertikal yang menghasilkan kekuatan tarik tertinggi adalah dengan elektroda elektroda E7016 dibandingkan dengan memakai elektroda E7018.¹⁶

Populasi penelitian adalah mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta. Sampel yang diambil adalah 2 kelas yang terdiri dari 39 mahasiswa yang praktek mata kuliah Fabrikasi pengelasan SMAW pada posisi 3G dengan variabel penelitian 1) model kampuh las, 2) kebutuhan waktu 3) jumlah elektroda yang dibutuhkan. Teknik ayun dan jumlah elektroda merupakan variabel bebas, sedangkan bentuk kampuh adalah variabel terikat. Pengumpulan data dengan cara observasi, dokumentasi dan wawancara. Dokumentasi adalah metode pengumpulan data dengan mencatat kegiatan-kegiatan yang sesuai dengan materi yang sedang diteliti. Ini akan memperoleh data yang sah dan benar.¹⁷

Observasi digunakan untuk mendokumentasikan pengaruh tindakan selama proses. Dalam penelitian, observasi sebagai fokus perhatian pada obyek yang diteliti untuk mendapatkan data.¹⁸ Observasi dilakukan dengan cara mencatat hasil pengamatan pada lembar observasi. Teknik Analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif, baik secara kuantitatif maupun kualitatif untuk mendeskripsikan data penelitian secara umum.¹⁹ Kedua teknik analisis data dipakai untuk menjawab permasalahan tentang

¹⁵ Phillips, *Welding Engineering*.

¹⁶ Muhammad Fadhil, "Pengaruh Posisi Pengelasan dan Jenis Elektroda E 7016 dan E 7018 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Las Baja Karbon Rendah Trs 400," n.d.

¹⁷ Prof Dr Sugiyono, "Metode Penelitian Manajemen," *Bandung: Alfabeta, CV*, 2013.

¹⁸ W. Wagiran, "Metodologi Penelitian Pendidikan: Teori Dan Implementasi," *Yogyakarta: Budi Utama*, 2013.

¹⁹ Sugiyono, "Metode Penelitian Manajemen."

deskripsi kebutuhan elektroda pada pengelasan SMAW posisi 3G. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisa data capaian hasil praktikum mahasiswa. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menganalisa berbagai masukan dan hasil pengamatan selama proses pembelajaran praktek berlangsung.

B. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian dilaksanakan di bengkel Fabrikasi dan Konstruksi Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Obyek penelitian adalah mahasiswa semester 3 yang mengambil mata kuliah pengelasan SMAW sebanyak 39 mahasiswa. Bahan yang dipergunakan besi plat srip dengan ukuran tebal 9 mm panjang 100 mm sebanyak 3 buah. Pelaksanaan pengelasan, mahasiswa diberi kebebasan menggunakan elektroda yang telah disediakan sesuai dengan kebutuhan pengelasan SMAW. Pengelasan SMAW posisi 3G menggunakan sambungan *double V* dengan sudut $60^\circ - 70^\circ$.

Elektroda yang digunakan untuk membuat *filler* adalah elektroda AWS jenis E7016 diameter 2,6 mm. Pengelasan pembuatan cover menggunakan elektroda AWS jenis E7018 diameter 3,2 mm. Sebelum elektroda dipakai dimasukkan dulu kedalam oven elektroda supaya mudah dalam pemakaian pengelasan. Hasil praktek yang ditunjukkan pada tabel 1 diperoleh rata-rata untuk pembuatan filler menggunakan 4 elektroda ukuran diameter 2,6. Jumlah maksimal elektroda adalah 8 dan minimnya 1. Untuk menyelesaikan pengelasan cover rata-rata menggunakan 5 elektroda ukuran diameter 3,2 dengan jumlah max 9 dan min 1 elektroda. Hasil penilaian hasil lasan untuk rata-rata nilai yang diperoleh adalah 83,37 atau sama dengan mendapatkan nilai A-. Rerata hasil pengelasan menunjukkan kualitas hasil lasan mahasiswa sudah baik.

Tabel 1. Nilai dan kebutuhan pemakaian elektroda

	Filler	cover	Filer + Cover	Nilai Rerata
MAX	8	9	14	
MIN	1	1	3	
Rata-rata	4	5	8	83,37
Waktu Rerata	45	73	118	

Mahasiswa yang terlibat dalam penelitian berasal dari lulusan dengan jumlah berbeda dari SMK dan SMA. Dari tabel pengelompokan SMA dan SMK didapat perbedaan jumlah yang signifikan yaitu jumlah lulusan SMK diketahui 25 orang dan SMA 14 orang. Dengan perbedaan ini kita dapat mencari kompetensi yang dimiliki dengan mencari jumlah pemakaian elektroda dan waktu yang dibutuhkan terhadap nilai yang dihasilkan. Latar

belakang asal sekolah menengah mahasiswa yang mengikut kuliah pengelasan SMAW dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Daftar asal sekolah mahasiswa

No	Asal sekolah	Jumlah
1	SMK	25
2	SMA	14

Kompetensi mahasiswa lulusan SMA menggunakan elektroda untuk *filler* dan *cover* sebanyak 14 dan waktu yang diperlukan diatas 60 menit dengan rentang nilai 80 sampai 87 ditunjukkan dalam tabel 3. Berbeda dengan lulusan SMK yang sudah terlatih dan terbiasa untuk melakukan pekerjaan pengelasan yang mampu mendapatkan nilai terbaik dan jumlah penggunaan elektroda seminimal mungkin serta waktu yang *relative* cepat, dapat dilihat dalam tabel lulusan SMK penggunaan elektroda untuk *filler* dan *cover* adalah 3 dengan waktu 15 menit sedangkan nilai yang diperoleh adalah 90.

Tabel 3. Perbandingan latar belakang lulusan tertinggi dan terendah

No	Nama	Jumlah Elektroda				Jumlah		Nilai	Asal sekolah
		<i>Filer</i> 2,6	Waktu	<i>Cover</i> 3,2	Waktu	Elektroda	Waktu		
1	LA	5	60	9	120	14	180	88	SMA
2	SJ	8	20	6	45	14	65	80	SMA
3	SI	7	60	7	90	14	150	80	SMA
4	HP	7	40	7	100	14	140	87	SMA
5	MI	2	5	1	10	3	15	90	SMK

Jumlah elektroda yang dipakai dan waktu yang digunakan dengan hasil nilai yang didapat memiliki perbedaan yang signifikan. Perbedaan ini dapat disimpulkan bahwa latihan yang sering dilakukan lulusan SMK ketika belum memasuki perguruan tinggi, yang berbeda dengan SMA yang awam dengan pekerjaan pengelasan, namun nilai yang didapat tidak begitu jauh tetapi jumlah elektroda yang digunakan dan waktunya memiliki rentang yang sangat signifikan.

Lulusan SMK maupun lulusan SMA tidak ada pengaruh terhadap perolehan nilai dikarenakan lulusan SMK sudah terbiasa dalam latihan sedangkan lulusan SMA baru memulai latihannya, sehingga jumlah elektroda yang digunakan dan waktu yang diperlukan sangat berbeda jauh namun nilai yang dihasilkan dapat dikatakan tidak memiliki rentang yang begitu jauh.

Analisis kebutuhan elektroda terhadap nilai Uji linieritas

Tabel 4. Uji linieritas nilai waktu

		Sum of squares	df	Mean squares	F	Sig.
nilai * waktu	Combined	167.776	22	7.626	.760	.729
	Linearity	2.811	1	2.811	.280	.604
	Deviation from Linearity	164.965	21	7.855	.783	.705
	Within Groups	160.583	16	10.036		
	Total	328.359	38			

Tabel 5. Uji linieritas nilai jumlah elektroda

		Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
nilai * jumlah elektroda	Combined	55.176	8	6.897	.757	.642
	Linearity	20.008	1	20.008	2.197	.149
	Deviation from Linearity	35.168	7	5.024	.552	.788
	Within Groups	273.183	30	9.106		
	Total	328.359	38			

Tabel 6. Uji linieritas nilai waktu dan jumlah elektroda

No	Variable	Sig. Deviation from linierty	Taraf signifikan	Kesimpulan
1	Waktu * nilai	0,705	0,05	Linier
2	Jumlah elektroda dengan nilai	0,788	0,05	Linier

Masing-masing variabel memiliki taraf signifikan lebih besar dari standar yang dipakai yaitu 0,05 seperti yang ditunjukkan pada tabel 6 dapat disimpulkan bahwa data tersebut linier.

Uji Multikorelasi

Tabel 7. Koefisien Jumlah ekektroda dan waktu

Model	Coefficients ^a					Collinearity statistics		
	Unstandardized Coefficients		Satndardized Coefficients	t	Sig.	Tolerance	VIF	
	B	Std. Error	Beta					
1	Constant	85.640	1.247		68.696	.000		
	Σ elektroda	-.210	.147	-.240	-1.425	.163	.922	1.085
	Waktu	-.001	.005	-.025	-.151	.881	.922	1.085

Hasil pengujian multikorelasi data yang ditunjukkan pada tabel 7 menunjukkan tidak terjadi multikorelasi dikarenakan nilai toleransi masing-masing variabel masih di atas 0,01 dan nilai VIF di bawah 10.

Tabel 8. Uji *regresi linier* berganda

Model	Sum of Squares	Df	Mean Squares	F	Sig.
Regression	20.203	2	10.102	1.180	.319 ^b
Residual	308.156	36	8.560		
Total	328.359	38			

Pengujian regresi linier berganda didapatkan nilai signifikan variabel lebih besar dari 0,05 dengan nilai 0,319 yang ditunjukkan pada tabel 8, sehingga dapat disimpulkan hasil pengujian regresi jumlah elektroda dan waktu yang dibutuhkan secara bersama-sama tidak berpengaruh terhadap nilai yang dihasilkan.

Tabel 9. Koefisien elektroda dan waktu

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	85.640	1.247		68.696	.000
1 Jumlah elektroda	-.210	.147	-.240	-1.425	.163
waktu	-.001	.005	-.025	-.151	.881

Pengujian regresi masing-masing variabel yang ditunjukkan tabel 9, memiliki nilai signifikan lebih besar dari 0,05 dengan nilai untuk jumlah elektroda 0,163 dan untuk waktu 0,881, sehingga pengujian regresi linier sederhana jumlah elektroda tidak berpengaruh terhadap nilai begitu juga dengan waktu tidak ada pengaruh terhadap nilai.

C. Simpulan

Analisis kebutuhan elektroda terhadap kemampuan pengelasan SMAW posisi 3G dapat disimpulkan kebutuhan elektroda untuk pengerjaan praktikum pengelasan SMAW dengan menggunakan bahan besi plat strip tebal 9 mm dengan panjang 100 mm membutuhkan elektroda untuk pembuatan filler membutuhkan elektroda E 7016 diameter 2,6 mm sejumlah 4 buah dan untuk membuat cover membutuhkan elektroda E 7018 diameter 3,2 mm sejumlah 5 buah. Latar belakang asal sekolah SMA maupun SMK tidak mempengaruhi perolehan besaran nilainya, akan tetapi lulusan yang berasal dari SMA memerlukan waktu yang lebih lama sebesar 136 menit di bandingkan dengan asal lulusan dari SMK yang hanya

membutuhkan waktu 75 menit. Hasil penelitian Analisis Kebutuhan Elektroda pada Pengelasan SMAW Posisi 3G di laboratorium Fabrikasi peneliti menyarankan (1) Sebelum mahasiswa melakukan pekerjaan pengelasan di berikan pengarahan yang menyeluruh mengenai bagaimana cara mengelas yang baik dan benar terutama yang berasal dari SMA, (2) Untuk mahasiswa yang berlatar belakang dari SMA alangkah baiknya diberi waktu lebih dan bahan yang lebih banyak dibanding dengan yang lulusan dari SMK untuk menyelesaikan pekerjaan pengelasan.

Daftar Pustaka

- Azwinur, Azwinur, Syukran Syukran, and Hamdani Hamdani. "Kaji Sifat Mekanik Sambungan Las Butt Weld Dan Double Lap Joint Pada Material Baja Karbon Rendah." *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 12, no. 1 (2018): 9–16.
- Committee, American Welding Society Structural Welding, American Welding Society, and American National Standards Institute. *Structural Welding Code–Steel*. Amer Welding Society, 1994.
- Fadhil, Muhammad. "Pengaruh Posisi Pengelasan dan Jenis Elektroda E 7016 dan E 7018 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Las Baja Karbon Rendah Trs 400," N.D.
- Hamdi, Iqbal, And Herry Oktadinata. "Pengaruh Variasi Posisi Pengelasan Terhadap Distorsi dan Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Baja Ss400 Menggunakan Metode Gmaw." *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 8, No. 1 (2020): 1–10.
- Hamid, Abdul. "Analisa Pengaruh Arus Pengelasan SMAW Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan." *Jurnal Teknologi Elektro* 7, no. 1 (2016): 142425.
- Kennedy, G. A. "Welding Technology. Indianapolis: The Bobbs-Merrill Company." Inc, 2004.
- Messler Jr, Robert W. *Principles of Welding: Processes, Physics, Chemistry, and Metallurgy*. John Wiley & Sons, 2008.
- O'Brien, Annette, and Carlos Guzman. *WELDING HANDBOOK VOLUME 3-WELDING PROCESSES-PART 2*. American Welding Society, 2007.
- Phillips, David H. *Welding Engineering: An Introduction*. John Wiley & Sons, 2016.
- Qomari, Achmad Nurul, Solichin Solichin, and Prihanto Tri Hutomo. "Pengaruh Pola Gerakan Elektrode Dan Posisi Pengelasan Terhadap Kekerasan Hasil Las Pada Baja ST60." *Jurnal Teknik Mesin* 23, no. 2 (2017).
- Santhiarsa, I. Gusti Ngurah Nitya, and I. Nyoman Budiarsa. "Pengaruh Posisi Pengelasan Dan Gerakan Elektroda Terhadap Kekerasan Hasil Las Baja JIS SSC 41." *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM* 2, no. 2 (2008): 107–11.
- Saputra, Luthfi Isna, Untung Budiarto, and Sarjito Jokosisworo. "Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, Dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

- Akibat Dengan Variasi Jenis Kampuh Dan Posisi Pengelasan.” *Jurnal Teknik Perkapalan* 7, no. 4 (2019).
- Sugiyono, Prof Dr. “Metode Penelitian Manajemen.” *Bandung: Alfabeta, CV*, 2013.
- Tarkono, Tarkono, Sugiyanto Sugiyanto, and Andriyanto Andriyanto. “Studi Kekuatan Sambungan Las Baja AISI 1045 Dengan Berbagai Metode Posisi Pengelasan.” *Mechanical Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 1, no. 1 (2010): 36–44.
- Wagiran, W. “Metodologi Penelitian Pendidikan: Teori Dan Implementasi.” *Yogyakarta: Budi Utama*, 2013.