

ANALISIS PENGARUH SUHU PENGERINGAN ELEKTRODA SMAW TIPE *LOW HYDROGEN* TERHADAP KEKUATAN BENDING BAJA KARBON RENDAH

Andi Baso Palinrungi^{1*}, Muhammad Halim Asiri², Faisal Habib³

¹²³Program Studi Magister Teknik Mesin, Program Pascasarjana
Universitas Muslim Indonesia

*e-Mail Corresponding Author: abp190486@gmail.com (11 Arial)

ABSTRACT

The selection of electrode type in welding can determine the quality of the weld results. The low hydrogen electrode that will be used is ensured to be always dry, preferably in an environment free from humidity or in a ready-to-use and dry condition. If the electrode has absorbed water exceeding the permitted limit, then the electrode must be heated before being used during welding to remove the water content. This study aims to analyze the bending strength of low carbon steel material ST 37 in SMAW welding with drying temperature. The welding results with heating electrodes with heat treatment at 1500 C, 3000C and without heat treatment for 60 minutes each were tested using a tensile test. From the results of the test data and processed in the equation obtained in the bending test, the highest bending stress value was obtained on the 3000C heated electrode of 1819.99 N / mm² and the lowest on the electrode without heat treatment of 574.43 N / mm². The results of this study indicate that the effect of the low hydrogen electrode drying temperature greatly affects the bending strength of the welding results according to the electrode manufacturer's recommendations.

Keywords: *low hydrogen electrode, SMAW, heat treatment, bending test*

ABSTRAK

Pemilihan jenis elektroda pada pengelasan dapat menentukan kualitas hasil lasan. Elektroda *low hydrogen* dipastikan yang akan digunakan selalu kering, sebaiknya berada di lingkungan bebas dari kelembaban atau dalam kondisi siap pakai dan kering. Jika elektroda telah menyerap air melebihi batas yang diperbolehkan, maka elektroda tersebut harus dipanaskan sebelum digunakan pada saat mengelas untuk menghilangkan kandungan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan bending pada material baja karbon rendah ST 37 pada pengelasan SMAW dengan suhu pengeringan. Hasil pengelasan dengan pemanasan elektroda dengan perlakuan panas 150⁰ C, 300⁰C dan tanpa perlakuan panas selama masing-masing 60 menit diuji menggunakan uji bending. Dari hasil data pengujian dan diolah dalam persamaan diperoleh pada pengujian bending didapatkan nilai tegangan bending tertinggi pada elektroda panas 300⁰C sebesar 1819,99 N/mm² dan yang terendah pada elektroda tanpa perlakuan panas sebesar 574.43 N/mm². Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh suhu pengering elektroda *low hydrogen* sangat berpengaruh terhadap kekuatan bending dari hasil pengelasan sesuai rekomendasi pabrikan elektroda.

Kata kunci: *elektroda low hydrogen, SMAW, perlakuan panas, uji bending*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dalam konstruksi baja tidak bisa lepas dari metode pengelasan, karena industri ini cukup bergantung pada teknik pengelasan untuk menghasilkan produknya (Sugeng Haryadi & Sunu Arsy Pratomo, 2023). Menurut *American Welding Society (AWS)* pengelasan merupakan proses penyambungan dua atau lebih material yang dilakukan dengan menggunakan energi panas untuk mencapai titik lebur pada material yang akan disambung, yang dilakukan dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (Mauluvi dkk., 2019). Teknik pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Pengelasan SMAW merupakan proses pengelasan dengan menggunakan elektrodanya terbungkus dengan selaput (fluks), pengelasan ini sangat banyak digunakan di dunia industri manufaktur saat ini. Dalam pengelasan, pemilihan jenis elektroda memainkan peran penting dalam menentukan kualitas hasil lasan. Untuk memastikan bahwa elektroda *low hydrogen* yang akan digunakan selalu kering, sebaiknya berada di lingkungan kelembaban yang bebas atau dalam kondisi siap pakai dan kering (Sudiyanto dkk., 2022). Menurut Irawan dkk, suhu penyimpanan yang tidak tepat mengakibatkan perubahan kandungan hidrogen pada elektroda (Irawan dkk., 2021). Jika elektroda *low hydrogen* menyerap kadar air atau lembab melebihi batas yang diizinkan, maka elektroda itu perlu dikeringkan (*re-drying*) sebelum digunakan pada saat mengelas untuk menghilangkan kandungan air (Wahyu Setyawan dkk., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan bending material ST 37 pada pengelasan SMAW dengan variasi suhu pengeringan elektroda. Sifat mekanik sangat berpengaruh terhadap hasil dari pengelasan seperti kekuatan bending akibat dari pengaruh termal dan mikrostruktur. Perlakuan elektroda dalam hal ini suhu pengeringan (*re-drying*) dan tanpa perlakuan panas akan berpengaruh terhadap hasil pengujian nantinya.

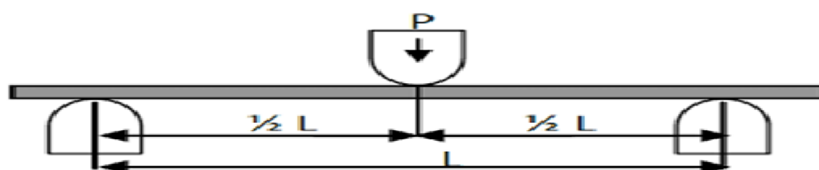
Pada studi sebelumnya yang dilakukan oleh Bin Afan dkk. (2020) telah melakukan penelitian tentang pengaruh suhu penyimpanan elektroda low hydrogen E7016 terhadap hasil uji tekuk sambungan las pelat baja karbon SS400. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa suhu penyimpanan elektroda menghasilkan retak yang rendah pada uji face bend dibandingkan dengan pengujian root bend yang menghasilkan retak yang lebih tinggi (tidak diterima) dan hanya pemanasan pada suhu 40° C yang diterima berdasarkan standar AWS D1.1. Semakin tinggi suhu penyimpanan dapat menghasilkan retak yang tinggi terutama pada pengujian root bend.

Pengujian lengkung atau tekuk pada pengelasan SMAW adalah metode pengujian pada spesimen dengan cara diberikan pembebanan pada daerah yang telah di las sehingga material tersebut melengkung (Sukarno dkk., 2022). Proses pembebanan menggunakan mandrel atau pusher dengan ukuran yang telah ditentukan untuk memaksa bagian tengah bahan uji atau sampel membengkok di antara dua penyangga yang dipisahkan oleh jarak yang telah ditentukan. Selain itu, material akan berubah bentuk ketika dua kekuatan yang berlawanan bekerja secara bersamaan.



Gambar 1. Pengujian Bending

Pada Gambar 1 adalah contoh pengujian bending dimana setelah menekuk, permukaan spesimen yang berbentuk cembung harus diperiksa dari kemungkinan adanya retak atau cacat permukaan yang lain. Jika sampel patah setelah dibengkokkan, sampel dinyatakan tidak memenuhi syarat (*unqualified*). Namun jika tidak patah sampel dinyatakan memenuhi syarat (*qualified*), ukuran retakan permukaan atau cacat permukaan lain yang terlihat harus memenuhi standard referensi.



Gambar 2. Metode *three point bending*

Pengujian bending spesimen dilakukan dengan metode three point bending terlihat pada Gambar 2. Metode ini merupakan salah satu metode yang paling umum digunakan dalam uji bending. Pada uji ini, beban dipasangkan pada bagian tengah sampel bahan, sedangkan dua titik dukungan berada di kedua ujungnya. Jenis uji ini cocok untuk bahan yang rapuh dan keras

Kekuatan bending dirumuskan sebagai sebagai berikut :

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

Dengan :

σ_b = kekuatan bending (N/mm)

P = beban /load (N)

L = panjang span (mm)

b = lebar/ width (mm)

d = tebal / depth (mm)

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Balai Latihan Kerja (BLK Makassar) pada bulan Mei-Juni 2025. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, Mesin Las SMAW, Mesin Uji Bending, Mesin Gerinda Tangan, Mesin *Plasma Cutting*, Mesin Frais, dan Oven / Pemanas

Elektroda. Material yang digunakan baja karbon rendah ST. 37 yang sudah dibevel sudut 30° dengan menggunakan elektroda SMAW E7018 tipe *low hydrogen*.

2.1. Prosedur Pengambilan Data

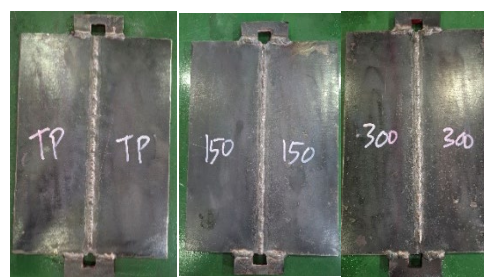
Prosedur pengambilan data pada penelitian ini antara lain,

- 2.1.1 Persiapan pengelasan meliputi persiapan material baja karbon rendah ST 37, elektroda SMAW E7018 LB52-18 $\varnothing$ 3.2 mm dan peralatan yang digunakan pada pengelasan meliputi mesin las SMAW, mesin gerinda tangan dan alat bantu pengelasan lainnya..
- 2.2.1 Menyiapkan elektroda dengan perlakuan panas 150° , 300° , dan tanpa perlakuan panas selama masing-masing 60 menit.
- 2.3.1 Lakukan pengelasan dengan mengikuti parameter antara lain,

Tabel 1. Parameter Pengelasan

Proses Las	Posisi	Bahan Tambah		Bagian Las	Arus (Ampere)	Polaritas
		Tipe	Diameter (mm)			
SMAW	3G	E7018	3.2 mm	Root Pass	80	DCEN
				Fill Pass	100	DCEP
				Capping Pass	100	DCEP

- 2.1.4 Setelah pengelasan, dilakukan pembersihan pada permukaan lasan (*root pass* dan *capping pass*)



Gambar 3. Hasil pengelasan (*capping pass*) Gambar 4. Hasil pengelasan (*root pass*)

2.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian pada hasil pengelasan menggunakan pengujian *Destructive Test* yaitu *Bending Test* (Uji Bending) dengan pemanasan elektroda panas suhu dengan pemanasan elektroda pemanasan suhu 300°C , 150°C dan tanpa perlakuan panas. Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian bending adalah sebagai berikut,

- 2.2.1. Spesimen uji disiapkan dan mencatat dimensinya meliputi panjang spesimen, lebar spesimen, dan tebal. Spesimen uji menggunakan standar E190-14.



Gambar 5. Spesimen Uji Bending

- 2.2.2. Mengeset lebar tumpuan sesuai dengan benda spesimen. Pada uji bending ini menggunakan *metode three point*.



Gambar 6. Pengesetan spesimen uji

- 2.2.3. Mencatat besarnya penambahan beban yang terjadi pada spesimen setiap kali terjadi penambahan defleksi sampai terjadi kegagalan.



Gambar 7. Spesimen setelah dibending

- 2.2.4. Setelah dilakukan uji pada semua spesimen, data-data yang ada pada aplikasi mesin uji bending yang diolah untuk menghitung tegangan, regangan dan modulus dengan menggunakan persamaan yang ada.



Gambar 5. Spesimen Hasil Uji Bending

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian bending dari pemanasan elektroda dengan pemanasan elektroda dengan cara dikeringkan kembali (*re-dry*) melalui oven pada suhu 300°C, 150°C, dan tanpa perlakuan panas masing-masing selama 60 menit didapatkan hasil dari pengujian sebagai berikut,

Tabel 2. Data hasil pengujian bending

Material	Perlakuan Elektroda	Sampel	Beban Bending Maksimum (N)	Kekuatan Bending Maksimum (N/mm ²)	Deformasi (mm)
Baja Karbon Rendah (ST.37)	Raw Material	1	9153.8	549.23	15.46
		1	9747	584.82	15.80
		2	9855	591.30	15.72
		3	9329	559.74	15.66
		4	9820	589.20	15.64
		5	9118	547.08	15.50
	Rata-Rata		9573.8	574.43	15.66
	Elektroda 150° C	1	16019	961.14	16.66
		2	18268	1096.08	16.60
		3	12102	726.12	16.26
		4	11174	670.44	15.88
		5	9922	595.32	15.54
	Rata-Rata		13497	809.82	16.19
	Elektroda 300° C	1	29462	1767.72	13.66
		2	31119	1867.14	17.80
		3	33111	1986.66	18.92
		4	29501	1770.06	17.16
		5	28473	1708.38	17.10
	Rata-Rata		30333.2	1819.99	16.93

Dari data pengujian dan perhitungan pada pengujian bending diperoleh nilai tegangan bending tertinggi pada elektroda re-dry suhu 300°C sebesar 1819,99 N/mm² dan yang terendah pada elektroda tanpa perlakuan panas sebesar 574.43 N/mm². Dari hasil uji bending pada penggunaan elektroda dengan cara dikeringkan kembali (*re-dry*) melalui oven pada suhu 300°C, suhu 150°C, dan tanpa perlakuan masing-masing selama 60 menit didapatkan nilai rata-rata tegangan bending pada penggunaan elektroda melebihi nilai tegangan bending pada raw material. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Bin Afan dkk. (2020), semakin tinggi suhu penyimpanan dapat menghasilkan retak yang tinggi terutama pada pengujian *root bend*. Hasil uji bending juga memperlihatkan elektroda yang tanpa perlakuan panas memiliki nilai tegangan bending yang rendah sehingga direkomendasikan elektroda tipe *low hydrogen* perlu dikeringkan kembali (*re-drying*) sebelum digunakan dalam pengelasan..

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada pengujian bending didapatkan nilai tegangan bending tertinggi pada elektroda re-dry suhu 300°C sebesar 1819,99 N/mm² dan yang terendah pada elektroda tanpa perlakuan panas sebesar 574.43 N/mm². Analisis hasil uji bending pada pemanasan elektroda pada baja karbon rendah ST.37 didapatkan bahwa elektroda panas 300°C hasilnya lebih tinggi dibandingkan pemanasan elektroda lainnya.. Pada *manual book* elektroda E7018 (LB52-18) pabrikan *Kobelco*

merekomendasikan elektroda tersebut wajib dikeringkan kembali (*re-drying*) sebelum digunakan.

ACKNOWLEDGEMENT

Ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang berjasa dalam penelitian yaitu

- a. Dr. Ir. Mardin., M.T. sebagai Ketua Prodi Magister Teknik Mesin PPs UMI, dan Dr. Ir. Mahmuddin, M.T. sebagai Sekretaris Prodi Magister Teknik Mesin PPs UMI.
- b. Dr. Ir. Muhammad Halim Asiri, M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Dr. Ir. Faisal Habib, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberi masukan, bantuan, bimbingan, arahan dan berkenan memfasilitasi penulis sehingga tesis ini bisa terealisasi.
- c. Kementerian Ketenagakerjaan dan BBPVP Makassar yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan kejenjang yang lebih tinggi.

REFERENSI

- Bin Afan, M., Purwantono, Muliarti, & Rahim, B. (2020). Pengaruh Suhu Penyimpanan Elektroda Low Hydrogen E7016 terhadap Hasil Uji Tekuk Sambungan Las Pelat Baja Karbon SS400. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 15(1), 20–25. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- Faisal, M., Balfas, M., & Kamil, K. (2018). Analisis Kekuatan Tarik pada Logam Axle Shaft dengan Pengelasan Gesek (Friction Welding). *UNM Online Journal System*, 25.
- Irawan, P., Yanti, D., & Rahim, B. (2021). Analisis Kekuatan Tarik Pada Baja Karbon 1.0038 Akibat Perbedaan Ayunan Elektroda Pengelasan SMAW. *VOMEK*, 3(1), 30–36. <http://vomek.ppj.unp.ac.id>
- Mauluvi, F., Antaqiya, A., Budiarto, U., & Jokosisworo, S. (2019). JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Analisa Pengaruh Variasi Proses Preheating Pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja ST 60. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4), 334–344. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Sudiyanto, A., Zendy Mirahati, R., & Rahma, N. A. (2022). Pengaruh Drying Elektroda Low Hydrogen Pada Longitudinal Weld Penstock Material Baja SM 400 B Terhadap Cacat Las Dengan Inspeksi Non Destructive Test Metode Radiografi. *Journal Of Metallurgical Engineering And Processing Technology*, 2(2), 59–65.
- Sugeng Haryadi, & Sunu Arsy Pratomo. (2023). Studi Kelayakan Proses Pengelasan Smaw Dan Fcaw Di Pt. Dok Jmi Semarang Dari Aspek Teknis Dan Ekonomis. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(2), 17–35. <https://doi.org/10.58169/saintek.v2i2.219>

- Sugianto. (2009). Pengaruh Kelembaban Elektroda Lasterhadap Kekuatan Tarik Multipass Welding Baja AISI 1020. *Jurnal Ilmu Sosial Politik*, 8, 63–70.
- Sukarno, Halim Asiri, M., & Mardin. (2022). Analisis Kekuatan Tarik dan Bending Dari Beberapa Jenis Kampuh V,X,I pada Pengelasan SMAW terhadap Baja Karbon Medium. *Journal of Technology Process*, 2, 22–32.
- Wahyu Setyawan, C., Syaripuddin, Lubi, A., & Budhi Susetyo, F. (2022). Pengaruh Suhu Pengeringan Elektroda E 7018 Terhadap Hasil Pengelasan Material A36. *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Inovasi*, 4(2), 209–220.
<http://journal.univpancasila.ac.id/index.php/asiimetrik/>