

Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanik Baja SS400 pada Pengelasan SMAW

Viky Hendri Febrianto¹, Unung Lesmanah², Mochammad Basjir³

¹²³Universitas Islam Malang

email: vikyhendrifeb23@gmail.com; ununglesmanah@unisma.ac.id; m.basjir@unisma.ac.id

ABSTRAK

Sekarang ini baja merupakan logam yang umum dipakai dalam pembangunan, terutama dalam konstruksi kapal. Dalam pembuatan kapal, Baja SS400 dikenal sebagai baja karbon rendah yang menjadi material utama dalam pembangunan lambung kapal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak variasi media pendingin terhadap karakteristik mekanik baja SS400 setelah pengelasan SMAW dengan menggunakan variasi media pendingin berupa *aloe vera*, air kelapa, dan oli SAE 20-50. Temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa variasi pendingin pada pengelasan SMAW memengaruhi hasil kekuatan tarik yang diperoleh. Kekuatan tarik rata-rata las SMAW tertinggi terdapat pada pendingin oli dengan nilai 0,585 kN/mm², sedangkan yang terendah pada pendingin *aloe vera* dengan nilai 0,468 kN/mm². Air kelapa sebagai medium pendingin menghasilkan nilai tegangan puncak sebesar 0,559 kN/mm², tegangan luluh sebesar 0,43 kN/mm², *strain* patah sebesar ±26,5%, dan gaya puncak sebesar 67,03 kN. Studi ini menegaskan bahwa pemanfaatan air kelapa sebagai media pendingin lebih efektif dalam menjaga kekuatan tarik dan keuletan material, sehingga dapat menjadi alternatif tambahan dalam bidang konstruksi, khususnya pada lambung kapal.

Kata kunci: pengelasan SMAW, media pendinginan, oli SAE 20-50, air kelapa, *aloe vera*, Baja SS400

ABSTRACT

Currently, steel is one of the most commonly used metals in construction, particularly in shipbuilding. In ship construction, SS400 steel is known as a low-carbon steel and serves as the primary material for building ship hulls. This study aims to analyze the impact of different cooling media on the mechanical properties of SS400 steel after SMAW (Shielded Metal Arc Welding) welding, using cooling media variations such as *aloe vera*, coconut water, and SAE 20-50 oil. The findings of this study indicate that the choice of cooling medium during SMAW welding affects the resulting tensile strength. The highest average tensile strength was obtained using oil as the cooling medium, with a value of 0.585 kN/mm², while the lowest was recorded with *aloe vera* at 0.468 kN/mm². Coconut water as a cooling medium resulted in a peak stress of 0.559 kN/mm², a yield stress of 0.43 kN/mm², a fracture strain of approximately 26.5%, and a peak load of 67.03 kN. This study confirms that the use of coconut water as a cooling medium is more effective in maintaining the tensile strength and ductility of the material, making it a viable alternative in the field of construction, especially for ship hull applications.

Keywords: SMAW welding, cooling media, SAE 20-50 oil, coconut water, *aloe vera*, SS400 steel

PENDAHULUAN

Sekarang ini baja logam merupakan material yang sering digunakan dalam suatu konstruksi pembangunan, terutama dalam pembuatan kapal di mana salah satu logam yang dipakai adalah Baja SS400. Baja SS400 merupakan salah satu jenis baja canai panas struktural yang paling sering digunakan, memiliki karakteristik sebagai material baja karbon umum, harganya terjangkau, sangat baik untuk pengelasan dan pemelasan, serta dapat menjalani berbagai proses perlakuan panas [1].

Baja SS400 yang notabene sebagai baja karbon rendah kandungan karbonnya tidak lebih dari 0,3%, baja karbon rendah untuk perdagangan diproduksi dalam bentuk pelat dan batang untuk kebutuhan tempa, pekerjaan mesin, dan lainnya [2]. Sangat cocok digunakan sebagai material utama dalam konstruksi lambung kapal dikarenakan baja karbon rendah memiliki tangguh namun ulet walaupun kekerasan dan ketahanan aus yang dimilikinya rendah. Teknologi pengelasan dianggap sebagai elemen yang tak terpisahkan dalam proses industri, area penerapan teknologi pengelasan meliputi struktur baja, industri perkapalan, pembangunan jembatan, kereta api, sistem perpipaan, dan lainnya [3]. Beberapa komponen membentuk spesifikasi prosedur pengelasan. Ini juga termasuk jenis proses dan tipe pengelasan, bahan dasar, desain sambungan, logam pengisi, posisi pengelasan, gas pelindung, arus pengelasan, dan karakteristik elektrik. [4].

Las SMAW menyambungkan beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. [5]. SMAW sering dipilih karena keunggulannya seperti proses yang sederhana, biaya yang efisien, dan hasil las yang memiliki sifat mekanik dan fisik yang baik, serta investasi yang diperlukan relatif rendah. Akan tetapi, pada realitanya, Sejumlah besar faktor memengaruhi kelemahan produk sambungan ini; ini termasuk elektroda, juru las, arus kuat, dan laju pengelasan. Arus

yang diterapkan akan memengaruhi mutu hasil pengelasan karena perubahan pada struktur yang disebabkan oleh proses pendinginan, yang dapat memengaruhi kekuatan material. [6].

Media pendingin dikenal sebagai suatu substansi dimana fungsinya adalah untuk mengatur laju pendinginan yang diterapkan pada material yang telah menjalani perlakuan panas. Media pendingin terdiri dari dua jenis, yang pertama media pendingin berkepadatan tinggi dan kepadatan rendah. Dalam media pendingin yang memiliki kepadatan tinggi, proses pendinginan akan berlangsung dengan cepat, karena transfer panas terjadi lebih efisien ketika jarak antar molekul lebih kecil. Percepatan proses pendinginan ini, akan membentuk struktur martensit kasar, yang memiliki sifat keras dan rapuh. Sementara itu, untuk kepadatan rendah, proses pendinginan terjadi dengan lambat, disebabkan transfer panas tidak bisa dengan mudah berlangsung pada molekul-molekul yang memiliki jarak jauh. Dengan proses yang lambat ini, akan terbentuk struktur yang kokoh dan elastis [7].

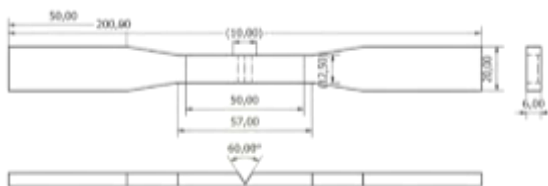
MATERIAL dan METODE

Pada penelitian ini, material yang dipakai adalah Baja karbon rendah SS400. Berikut adalah spesifikasi kandungan yang terdapat pada Baja SS400:

Tabel 1 Unsur Senyawa Yang Menyusun Baja SS400.

Unsur	Kandungan %
Fe (Ferrum)	98,98
C (Carbon)	0,200
Si (silicon)	0,09
Mn (Mangan)	0,53
Ps (Phosphorus)	0,100
S (sulfur)	0,040
Cr (chromium)	0,030
Ni (Nikel)	0,030

Dengan metode yang diterapkan yaitu metode eksperimental dan dilakukan secara aktual dilapangan guna mengetahui pengaruh media pendingin pada sifat mekanik baja. Dimana, pengelasan SMAW yang dilakukan menggunakan arus pengelasan 110 A serta menggunakan elektroda E7016. pada Baja SS400 akan diterapkan proses pendinginan dengan media oli SAE 20-50, air kelapa, dan *aloe vera*. Selanjutnya akan diberlakukan uji tarik. Berikut adalah desain spesimen menggunakan standar ASTM E-8 dengan kampuh V:



Gambar 1 Spesimen Standar ASTM E-8

HASIL dan PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian tarik maka didapatkan hasil nilai uji tarik ketika pengelasan SMAW yang menggunakan variasi media pendingin oli SAE 20-50, air kelapa, *aloe vera* sebagai berikut:

Tabel 2 Hasil Data Pengujian Tarik.

Pendingin	Spesimen	Lebar awal/Wo (mm)	Panjang awal/Lo (mm)	Panjang setelah patah/Li (mm)	Beban (kN)
Aloe vera	1	20	200	219	56.83
	2	20	200	223	59.40
	3	20	200	218	52.41
Air kelapa	1	20	200	219	67.03
	2	20	200	217	68.44
	3	20	200	220	64.60
Oli SAE 20-50	1	20	200	233	70.43
	2	20	200	229	69.81
	3	20	200	230	70.58

Berdasarkan data hasil uji tarik yang tercantum pada tabel di atas, maka besarnya nilai beban maksimum (P) untuk masing-masing spesimen telah diperoleh. Selanjutnya, untuk menentukan nilai kekuatan tarik dari setiap spesimen dapat diketahui dengan perhitungan dengan spesimen 1 berpendingin *aloe vera* sebagai contoh didapat nilai modulus elastisitas sebesar 497,9 kN/mm² dengan rumus:

$$\sigma = \frac{F}{A_o} \rightarrow \epsilon = \frac{\Delta l}{L_o} \times 100\% \rightarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots [8]$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, hasil pengolahan data pada gambar 1 menghasilkan nilai uji tarik pengelasan SMAW sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Pengolahan Data Uji Tarik.

Pendingin	Lebar Awal (Lo) mm	Panjang Awal (Lo) mm	Panjang Akhir (Li) mm	Beban (F) kN	Tegangan Tarik (σ) kN/mm ²	Regangan (ε) %	Modulus Elastisitas (E) kN/mm ²
Aloe vera	20	200	219	56,83	0,473	0,095	497,9
	20	200	223	59,40	0,495	0,115	430,4
	20	200	218	52,41	0,416	0,09	484,4
Air Kelapa	20	200	219	67,03	0,558	0,095	587,4
	20	200	217	68,44	0,570	0,085	670,5
	20	200	220	64,60	0,538	0,1	538
Oli SAE 20-50	20	200	233	70,43	0,586	0,165	355,1
	20	200	229	69,81	0,581	0,145	400,7
	20	200	230	70,58	0,588	0,15	392

Tabel 4 Analisis Data Nilai Kekuatan Tarik.

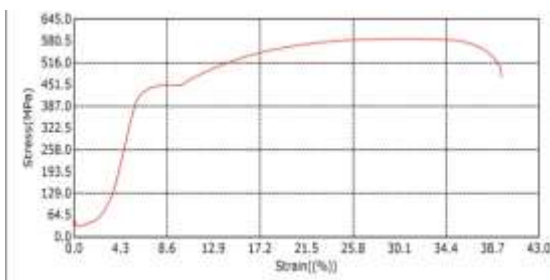
Jenis Pendingin	St	$\bar{St}$	$(St - \bar{St})$	$(St - \bar{St})^2$	ΣSt	$\Sigma (St - \bar{St})^2$
Aloe vera	0,473	0,468	0,005	0,000025	1,404	0,001778
	0,495		0,027	0,000729		
	0,436		-0,032	0,001024		
Air Kelapa	0,558	0,555	0,003	0,000009	1,666	0,000523
	0,570		0,015	0,000225		
	0,538		-0,017	0,000289		
Oli SAE 20-50	0,586	0,585	0,001	0,000001	1,755	0,000026
	0,581		-0,004	0,000016		
	0,548		0,003	0,000009		

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, maka hasil analisis data nilai pengujian tarik dapat ditabelkan sebagai berikut:

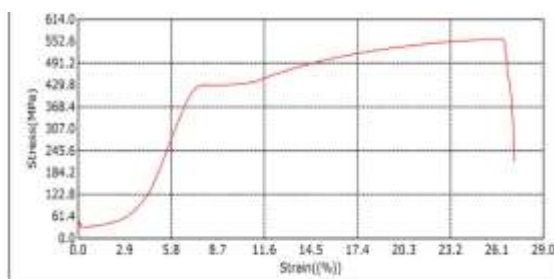
Tabel 5 Hasil Nilai Data Kuantitatif SMAW.

No	Analisis	Jenis Pendingin		
		Aloe vera	Air Kelapa	Oli SAE 20-50
1	Uji tarik rata-rata	0,468	0,555	0,585
2	Standart deviansasi	0,0243	0,0132	0,0029
3	Batas atas	0,4923	0,5682	0,5879
4	Batas bawah	0,4437	0,5418	0,5821
5	Standart deviansasi rata-rata	0,0172	0,0093	0,0020
6	Kesalahan relative (%)	0,0367	0,0167	0,0034
7	Ketelitian pengukuran (%)	0,9633	0,9833	0,9966

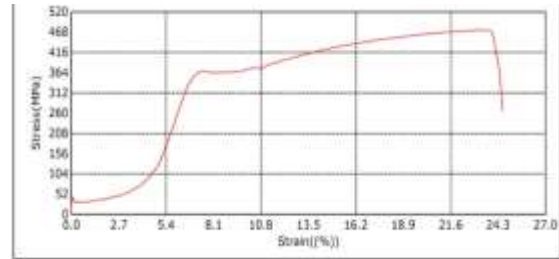
Berdasarkan analisis data hasil uji tarik yang didapatkan, besar nilai kekuatan tarik untuk masing-masing media pendinginan dapat dilihat melalui grafik berikut:



Gambar 2 Grafik Hasil Uji Tarik Spesimen 1 Pendinginan Oli SAE 20-50.



Gambar 3 Grafik Hasil Uji Tarik Spesimen 1 Pendinginan Air Kelapa.



Gambar 4 Grafik Hasil Uji Tarik Spesimen 1 Pendinginan Aloe Vera.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilaksanakan mengenai pengaruh varian pendingin pada pengelasan SMAW terhadap material baja SS400, tampak bahwa variasi pendingin dalam pengelasan SMAW memengaruhi kekuatan tarik yang diperoleh. Rata-rata kekuatan tarik tertinggi las SMAW terdapat pada pendingin oli dengan nilai 0,585 kN/mm², sedangkan yang terendah ada pada pendingin aloe vera dengan nilai 0,468 kN/mm². Air kelapa sebagai media pendingin menghasilkan nilai tegangan maksimum sebesar 0,559 kN/mm², tegangan luluh sebesar 0,43 kN/mm², *strain* patah sebesar ±26,5%, dan gaya maksimum sebesar 67,03 kN. Hasil ini menunjukkan bahwa air kelapa mampu mempertahankan kekuatan tarik dan keuletan material dengan baik dibandingkan dengan *aloe vera*. Penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan air kelapa sebagai media pendingin alami dapat lebih optimal dalam mempertahankan kekuatan tarik dan keuletan material sehingga dapat menjadi salah satu opsi tambahan dalam dunia konstruksi khususnya pada lambung kapal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sangat mendalam, atas dukungan dan bantuan baik dari segi materi maupun teori pada saat penelitian kepada ibu Ir. Hj. Unung Lesmanah, M.T. dan Bapak Mochammad Basjir, S.T., M.T. serta keluarga dan teman-teman penelitian yang selalu support dalam bentuk doa maupun tindakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azwinur, A., Jalil, S. A., & Husna, A. (2017). Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW. *Jurnal POLIMESIN*, 15(2), 36. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i2.372>
- [2] Yuspian, G., Nanang, E., & Bayu Hari, A. (2017). Kata kunci : Pengelasan, kekuatan kekuatan tarik dan kekerasan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 2(1), 1–12.
- [3] Julian, N., Budiarto, U., & Arswendo, B. (2019). *Jurnal teknik perkapalan*. 7(4), 277–285.
- [4] A.Jalil, S., Zulkifli, Z., & Rahayu, T. (2017). Analisa kekuatan impak pada penyambungan pengelasan smaw material ASSAB 705 dengan variasi arus pengelasan. *Jurnal POLIMESIN*, 15(2), 58. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i2.376>
- [5] Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam* (Cetakan Ke). PT Pradnya Paramita
- [6] Azwinur, A., Jalil, S. A., & Husna, A. (2017). Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW. *Jurnal POLIMESIN*, 15(2), 36. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i2.372>
- [7] Priadi, M. A., Nugraha, I. N. P., & Widayana, G. (2017). Pengaruh Media Pendinginan Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan Oxy Acetylene Pada Material Baja St-37. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(2). <https://doi.org/10.23887/jjtm.v5i2.10397>
- [8] Syahrani, A., Sam, A., & Chairulnas. (2019). Variasi Arus Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Pada Hasil Pengelasan SM490. *Jurnal Mekanika*, 4(2), 393402.