

ANALISIS PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKUATAN BENDING SAMBUNGAN PENGELASAN SMAW MATERIAL BAJA ASTM A36

Panji Atmoko Setyarto¹, Nani Mulyaningsih², Sri Hastuti³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jalan Kapten Suparman Nomor 39, Magelang, 56116

panjiatmokos24@gmail.com¹, mulyaningsih@untidar.ac.id², hastutisrimesin@untidar.ac.id³

ABSTRAK

Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) kerap digunakan pada industri pembuatan konstruksi badan kapal. Plat pada badan kapal sering kali terkena benturan eksternal yang mengakibatkan terjadinya deformasi pada badan kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat logam dan kekuatan bending dari sambungan pengelasan terhadap proses penyambungan logam serta perlakuan pendinginan dengan variasi media pendingin oli bekas SAE 40, air kelapa, dan udara. Selain untuk mengetahui mutu material, pengujian bending juga dapat mengukur kelenturan akibat pembebanan pada daerah las maupun daerah HAZ. Penelitian ini menggunakan material logam jenis baja ASTM A36 yang memiliki kandungan karbon dibawah 0,30%, baja ASTM A36 termasuk kedalam golongan baja karbon rendah memiliki kemampuan mekanik yang cukup baik. Proses pembuatan spesimen pengujian mengacu pada standar ASTM E855-08 untuk pengujian bending. Pengelasan spesimen menggunakan elektroda jenis RD E6013 dengan kuat arus 90 A, kemudian proses pendinginan dilakukan selama 10 menit, direndam dalam media pendingin oli bekas SAE 40 dan air kelapa, serta didiamkan pada suhu ruang untuk pendinginan dengan udara. Hasil pengujian diperoleh bahwa media pendingin oli bekas SAE 40 memperoleh nilai rata-rata tegangan maksimal sebesar 896,64 MPa, sedangkan media pendingin air kelapa memperoleh nilai rata-rata tegangan maksimal sebesar 721,49 MPa, dan pada media pendingin udara memperoleh hasil rata-rata tegangan maksimal sebesar 638,84 MPa.

Kata kunci: media pendingin (oli bekas SAE 40, air kelapa, dan udara), baja ASTM A36, uji bending

ABSTRACT

SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) is often used in the hull construction industry. Plates on the hull are often exposed to external impacts which result in deformation of the hull. The aim of this study was to determine the metal properties and bending strength of the welding joints against the metal joining process and the cooling treatment with variations of used SAE 40 oil, coconut water, and air cooling media. In addition to knowing the quality of the material, bending tests can also measure flexibility due to loading in the weld area and the HAZ area. This study used ASTM A36 steel type metal material which has a carbon content below 0.30%, ASTM A36 steel belongs to the low carbon steel class which has quite good mechanical ability. The process of making the test specimens refers to the ASTM E855-08 standard for bending tests. Specimens were welded using an RD E6013 type electrode with a current strength of 90 A, then the cooling process was carried out for 10 minutes, immersed in used SAE 40 oil and coconut water cooling media, and allowed to stand at room temperature for air cooling. The test results showed that the SAE 40 used oil cooling medium obtained an average maximum stress value of 896.64 MPa, while the coconut water cooling medium obtained an average maximum stress value of 721.49 MPa, and the air cooling medium obtained an average average maximum stress of 638.84 MPa.

Keywords: cooling media (SAE 40 oil, coconut water, air), ASTM A36 steel, bending test

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki banyak pulau, transportasi laut seperti kapal menjadi salah satu moda transportasi untuk menunjang kebutuhan logistik ataupun sebagai angkutan penumpang. Pada aspek teknologi industri pembuatan kapal, di Indonesia terdapat banyak kekurangan dalam memenuhi target yang dibutuhkan, maka diperlukan proses manufaktur yang lebih efisien terhadap waktu pembuatan serta menghasilkan produk kapal yang berkualitas untuk memenuhi kebutuhan kapal.

Data kongres maritim yang dilaksanakan di Surabaya tahun 2016, tercatat 20.609 kapal barang, 1.298 kapal perintis, dan 19.458 kapal penangkap ikan. Kapal kargo nasional mendominasi hingga mencapai 99,65% [1]. Kebutuhan kapal yang banyak, maka dibutuhkan percepatan pembangunan badan kapal. Pada proses pembangunan badan kapal material yang digunakan adalah baja ASTM A36. Baja ASTM A36 merupakan jenis baja karbon rendah yang memiliki kandungan karbon kurang dari 0,30% dan memiliki nilai minimum dari *yield strength* sebesar 36 MPa. [5].

Perancangan serta pembangunan badan kapal dengan material logam tentu tidak terhindar dari unsur pengelasan. Proses pengelasan yang kerap kali digunakan untuk pembuatan badan kapal yaitu teknik pengelasan busur listrik (*Shield Metal Arc Welding*) SMAW [2]. Faktor untuk mempercepat proses pembuatan badan kapal, salah satunya menggunakan media pendinginan. Selain dapat mengefisienkan waktu pembuatan kapal, media pendingin dapat meningkatkan kemampuan mekanik sambungan pengelasan. Perbedaan jenis media pendingin dapat mempengaruhi kekuatan material dan struktur butir logam yang terbentuk pasca pengelasan dilakukan [4].

Penelitian sebelumnya membahas tentang perbandingan kekuatan sambungan las TIG dengan material aluminium 5083 terhadap media pendingin air laut dan oli pada pengujian bending. Hasil yang diperoleh pada pengujian dengan variasi pendinginan air laut sebesar 65,34 N/mm²,

sedangkan pada variasi pendinginan oli sebesar 69,77 N/mm² [6].

Penelitian serupa yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bending terhadap baja SS400 dengan variasi arus 100 A dan 140 A. dieproleh hasil pengujian bending pada kuat arus 100 A sebesar 646,85 MPa, sedangkan pada kuat arus 140 A diperoleh hasil pengujian bending sebesar 635,88 MPa [7].

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian untuk mempelajari kekuatan sambungan pengelasan material baja ASTM A36 terhadap variasi media pendingin oli bekas SAE 40, air kelapa, dan udara, adapun elektroda yang digunakan jenis RD E6013 diameter 2,6 m. Elektroda E6013 ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Elektroda las RD E6013

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan mesin uji bending untuk mengetahui tingkat kekuatan dan sifat logam pada sambungan material baja ASTM A36 terhadap variasi media pendingin pasca pengelasan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2023. Pembuatan spesimen dilaksanakan di Laboratorium Material Teknik Universitas Tidar Kota Magelang, kemudian pengujian bending dilakukan di Laboratorium Ilmu Logam Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah baja ASTM A36 yang dilas menggunakan las jenis SMAW dengan elektroda RD E6013 kemudian direndam kedalam media pendingin oli bekas SAE 40 dan air kelapa serta didiamkan pada suhu ruang selama 10 menit. Proses pembentukan spesimen uji bending mengacu pada ASTM E855-08, dilakukan setelah proses pengelasan dan pendinginan selesai. bentuk

spesimen uji bending sesuai dengan standar ASTM E855-08.

Material

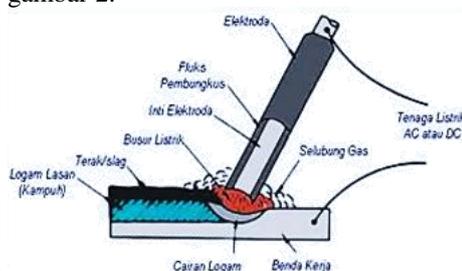
Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ASTM A36 yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,25% - 0,29% yang termasuk kedalam jenis baja karbon rendah. Selain itu, terdapat unsur kimia lainnya seperti Mn (*manganese*), P (*phosphorus*), S (*sulfur*), dan Si (*silicon*). Baja ASTM A36 memiliki nilai minimum kekuatan luluh (*yield strenght*) sebesar 36 MPa yang menjadikan baja tersebut bersifat lunak sehingga banyak digunakan dalam dunia konstruksi pembuatan gedung, jembatan ataupun pembuatan badan kapal [10].

Media pendingin

Media pendingin yang digunakan pada penelitian ini adalah media pendingin oli bekas SAE 40, air kelapa, dan udara. Dalam proses pendinginan menggunakan media yang bersifat cair seperti oli bekas SAE 40 dan air kelapa, spesimen didinginkan dengan cara direndam kedalam cairan tersebut seketika pasca pengelasan selama 10 menit, sedangkan pada media pendingin udara spesimen hanya didiamkan pada suhu ruang.

Pengelasan SMAW

Pengelasan (*welding*) SMAW merupakan teknik penyambungan material baja dengan logam penambah menggunakan energi listrik untuk mencairkan logam induk serta menggunakan elektroda sebagai bahan pengisinya [3]. Las SMAW kerap kali digunakan pada industri perkapalan karena penggunaannya yang hemat biaya dan perawatannya yang mudah. Skema pengelasan SMAW ditampilkan pada gambar 2.

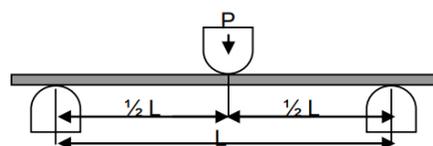


Gambar 2. Skema pengelasan SMAW [9]

Pengujian bending

Pengujian bending merupakan salah satu metode pengujian untuk mengetahui

kekuatan material serta tingkat keuletan suatu material pada daerah pengelasan maupun HAZ [6]. Skema yang dilakukan pada pengujian bending dalam penelitian ini adalah menggunakan skema *three-point bending* dan menggunakan metode *face transversal bending* yaitu pengujian bending pada permukaan las, sehingga permukaan las mengalami tegangan tekanan yang mengakibatkan timbulnya retakan atau perubahan bentuk pada daerah pengelasan atau daerah HAZ. Skema *three-point bending* ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Skema *three-point bending test* [8]

Pengujian bending menggunakan mesin *universal testing machine* seri JTM-UTC 220 6604 dengan kapasitas maksimal sebesar 5000 Kgf atau 49000 N. uji bending dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan bending yang dirumuskan dengan:

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Dimana:

- σ_b = Tegangan bending (MPa)
- P = Beban (N)
- L = Panjang span (mm)
- b = Lebar (mm)
- d = Tebal (mm)

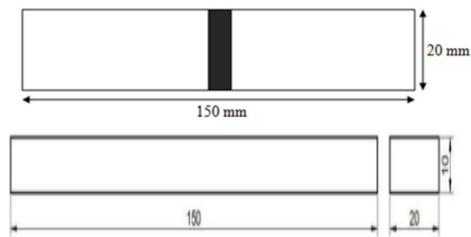
Dimensi Spesimen

Dimensi dari spesimen untuk pengujian bending ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Dimensi spesimen uji bending

Keterangan	Ukuran
Panjang total	150 mm
Tebal	10 mm
Lebar	20 mm

Proses pembentukan spesimen uji bending mengacu pada ASTM E855-08, bentuk spesimen uji bending sesuai dengan standar ASTM E855-08 ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Spesimen uji bending

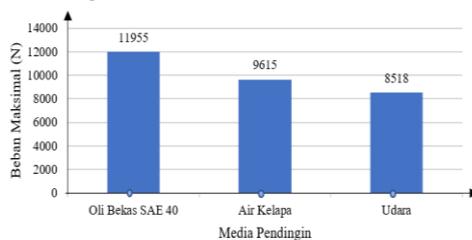
HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengujian spesimen sambungan pengelasan SMAW dengan elektroda E6013 dan kuat arus 90 A terhadap variasi media pendingin oli bekas SAE 40, air kelapa, dan udara didapatkan hasil tegangan bending yang perbedaannya cukup signifikan. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

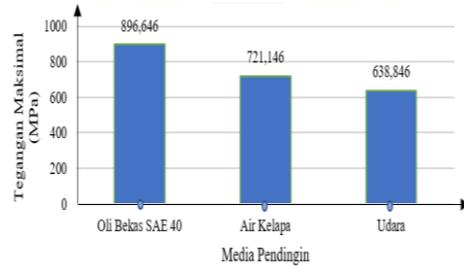
Tabel 2. Hasil pengujian bending

Kode Spesimen	Media Pendingin	L (mm)	b (mm)	d (mm)	P (kN)	σ_{max} Tegangan Maksimal (MPa)
B1.	Oli Bekas SAE 40	100	200	10	12,535	940,12
B2.		100	200	10	11,347	851,02
B3.		100	200	10	11,984	898,80
Rata-rata					11,955	896,646
C1.	Air Kelapa	100	200	10	9,499	712,42
C2.		100	200	10	9,446	708,45
C3.		100	200	10	9,901	742,57
Rata-rata					9,615	721,49
A1.	Udara	100	200	10	8,893	666,97
A2.		100	200	10	8,127	609,52
A3.		100	200	10	8,534	640,05
Rata-rata					8,518	638,846

Nilai perbandingan rata-rata beban maksimal dan tegangan bending maksimal sambungan pengelasan terhadap variasi media pendingin pada tabel 2. disajikan dalam bentuk diagram batang pada gambar 5. dan gambar 6.



Gambar 5. Diagram beban maksimal uji bending



Gambar 6. Diagram Tegangan Bending

Gambar 7. menampilkan spesimen uji bending pasca proses pengujian.



A B C
gambar 7. Spesimen pasca pengujian bending

Pada gambar 7. Menunjukkan hasil spesimen dari media pendingin udara dengan kode gambar A mengalami keretakan yang sangat terlihat, artinya sistem penguatan pada filler las tak mampu menahan beban pengujian bending. sedangkan pada media pendingin oli bekas SAE 40 dengan kode gambar B dan air kelapa dengan kode gambar C terlihat bekas pengujian bending dalam kondisi yang cukup baik.

KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan pada sambungan pengelasan SMAW material baja ASTM A36 terhadap variasi media pendingin oli bekas SAE 40, air kelapa, dan udara dapat disimpulkan:

1. Media pendingin yang memiliki sistem penguatan logam pada sambungan pengelasan yang baik adalah media pendingin oli bekas SAE 40 dan air kelapa, menghasilkan sifat logam yang cukup ulet namun cenderung getas, karena masih terdapat retakan kecil pasca pengujian bending.
2. Hasil rata-rata beban maksimal pengujian bending pada media pendingin oli bekas SAE 40 sebesar 11,955 kN, variasi media pendingin air kelapa sebesar 9,615 kN, dan pada variasi media pendingin udara hanya sebesar 8,518 kN.

Kemudian nilai rata-rata tegangan maksimal pengujian bending pada media pendingin oli bekas SAE 40 sebesar 896,46 MPa, lalu pada media pendingin air kelapa sebesar 721,49 MPa, sedangkan pada media pendingin udara hanya sebesar 638,84 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Louhenapessy Bendjamin, dan Febriansyah, H., “Standarisasi Industri Nasional Kapal di Indonesia” Vol. 19, Nomor 1, Jurnal Standarisasi PUSLITBANG, Jakarta, 2017.
- [2] Nurdin M, dkk, “Penagruh Temperatur terhadap Kekuatan Impak Sambungan Las Listrik pada Material Besi Plat ST 42”, Teknologi, Vol. 22, Nomor 1, Universitas Negeri Makassar, 2021.
- [3] Azwinur, dkk, “Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik pada Proses Pengelasan SMAW”. Vol.15, Nomor 2. Jurnal Polimesin. Aceh, 2017.
- [4] Januar A, Suwito D, “Kajian Hasil Proses Pengelasan MIG dan SMAW pada Material ST41 dengan Variasi Media Pendingin (Air, Collent, Es) Terhadap Kekuatan Tarik”, JTM, Vol 4, Nomor 2. Universitas Negeri Surabaya, Jawa Timur, 2016.
- [5] Dikwan Muhammad, dkk., “Pengaruh Normalizing Terhadap Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja ASTM A36 Akibat Pengelasan Shield Metal Arc Welding (SMAW) Dengan Variasi 2 Waktu Pemanasan” Jurnal Teknik Perkapalan UNDIP, Vol. 7, no. 4, pp. 140-148, 2019.
- [6] Kusuma Cahya, dkk., “Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, Tekuk dan Mikrografi Alumunium 5083 Pasca Pengelasan TIG (Tugsten Inert Gas) dengan Media Pendingin Air Laut dan Oli” Jurnal Teknik Perkapalan UNDIP, vol. 5, no. 4 pp 585-593, 2017.
- [7] Panggabeh Wijaya, dkk, “Pengaruh Variasi Arus Dan Polaritas Terhadap Kekuatan Tarik, Tekuk dan Kekerasan Hasil Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Pada Baja SS 400”, Vol. 9, No. 4, Jurnal Teknik Perkapalan UNDIP. Semarang, 2021.
- [8] Naharuddin, dkk., “Kekuatan Tarik Dan Bending Sambungan Las Pada Material Baja Sm 490 Dengan Metode Pengelasan Smaw Dan Saw”. Vol. 6, No. 1. Jurnal Mekanikal, Universitas Tadulako. Makassar, 2015.
- [9] Mawahib Zaenal, dkk., “Pengujian Tarik Dan Impak Pada Pengerjaan Pengelasan SMAW Dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda Yang Berbeda”, Jurnal Teknik Perkapalan UNDIP, Vol. 14, no. 1, 2017.
- [10] Faizal M, Umam S, “Analisis Kekuatan dan Kualitas Sambungan Las dengan Variasi Pendinginan Oli dan Udara Pada Material ASTM A36 dengan Pengujian NDT”, Vol 14, Nomor 2, Bina Teknika, Institut Teknologi Nasional, Jakarta, 2018.