



Evaluasi Proses Pengelasan dan Pengujian Ketahanan Korosi pada Konstruksi Kapal

Muhammad Yusuf Nurfani

Mechanical Engineering, Gunadarma University

Alamat: Depok, Indonesia

Korespondensi penulis: yusufnur18@staff.gunadarma.ac.id

Abstract. *This research focuses on the analysis of welding techniques and their impact on the corrosion resistance of ship hull plates. The study was conducted using Almarine Steel plates with thicknesses ranging from 100 to 150 mm. Welding was performed using the Gas Metal Arc Welding (GMAW) method, and corrosion testing was carried out by submerging specimens in seawater for 10 days. The results show that, although slight weight loss occurred, the corrosion rate remained within acceptable limits for marine constructions. The impact of welding temperature and porosity on corrosion rate acceleration is discussed. The findings highlight the importance of controlling welding conditions to enhance the longevity of ship structures exposed to harsh marine environments.*

Keywords: *Welding, Corrosion, Marine Steel, GMAW, Ship Construction, Corrosion Testing*

Abstrak. Penelitian ini berfokus pada analisis teknik pengelasan dan pengaruhnya terhadap ketahanan korosi pada plat lambung kapal. Penelitian dilakukan menggunakan plat Baja Almarine dengan ketebalan antara 100 hingga 150 mm. Proses pengelasan dilakukan dengan metode Gas Metal Arc Welding (GMAW), dan pengujian korosi dilakukan dengan merendam spesimen dalam air laut selama 10 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun terjadi penurunan berat yang kecil, laju korosi tetap berada dalam batas aman untuk konstruksi kapal. Penelitian ini juga membahas pengaruh suhu pengelasan dan porositas terhadap percepatan laju korosi. Temuan ini menyoroti pentingnya pengendalian kondisi pengelasan untuk meningkatkan umur panjang struktur kapal yang terpapar lingkungan laut yang keras.

Kata kunci: Pengelasan, Korosi, Baja Laut, GMAW, Konstruksi Kapal, Uji Korosi

1. LATAR BELAKANG

Dalam industri perkapalan modern, keberlangsungan fungsi kapal sangat bergantung pada keandalan struktur badan kapal yang diperoleh melalui proses fabrikasi dan perawatan berkualitas tinggi. Salah satu aspek paling vital dalam proses tersebut adalah kegiatan pengelasan dan penyambungan plat logam, yang tidak hanya berfungsi sebagai sambungan mekanis, tetapi juga berperan penting dalam memastikan integritas

Received: June 10, 2025; Revised: June 18, 2025; Accepted: July 09, 2025; Online Available: July 11, 2025; Published: July 11, 2025;

*Corresponding author, yusufnur18@staff.gunadarma.ac.id

struktural kapal, terutama saat beroperasi di lingkungan laut yang bersifat agresif terhadap logam (Zhao & Xu, 2020).

Pemilihan material yang memiliki ketahanan korosi tinggi seperti baja kelas laut (marine grade steel) atau aluminium paduan, serta metode pengelasan yang sesuai seperti Gas Metal Arc Welding (GMAW) atau Shielded Metal Arc Welding (SMAW), telah terbukti efektif dalam meningkatkan daya tahan sambungan terhadap beban dinamis dan paparan air laut (Liu, Zhang, & Zhou, 2022). Namun demikian, keberhasilan dari penyambungan ini sangat ditentukan oleh teknik pengelasan yang diterapkan dan kualitas inspeksi pasca-pengelasan, termasuk uji radiografi (X-ray) dan pengujian korosi.

Uji korosi merupakan bagian penting dalam evaluasi sambungan, karena sambungan las memiliki kecenderungan membentuk area Heat Affected Zone (HAZ) yang bersifat lebih rentan terhadap degradasi elektro-kimia dibandingkan dengan logam dasar (Kim & Lee, 2020). Di sisi lain, cacat internal seperti porositas, retakan mikro, dan incomplete fusion yang tidak terdeteksi secara visual dapat menurunkan kekuatan tarik sambungan dan mempercepat terjadinya kegagalan struktural (Sharma & Singh, 2021).

Dengan mempertimbangkan pentingnya kualitas sambungan dalam konstruksi kapal, serta risiko kegagalan struktural akibat korosi dan cacat las, maka diperlukan kajian sistematis terhadap proses pengelasan dan pengujian plat kapal. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis teknik pengelasan dan penyambungan plat, serta evaluasi ketahanan terhadap korosi sebagai bagian dari upaya peningkatan mutu perawatan dan pembangunan kapal.

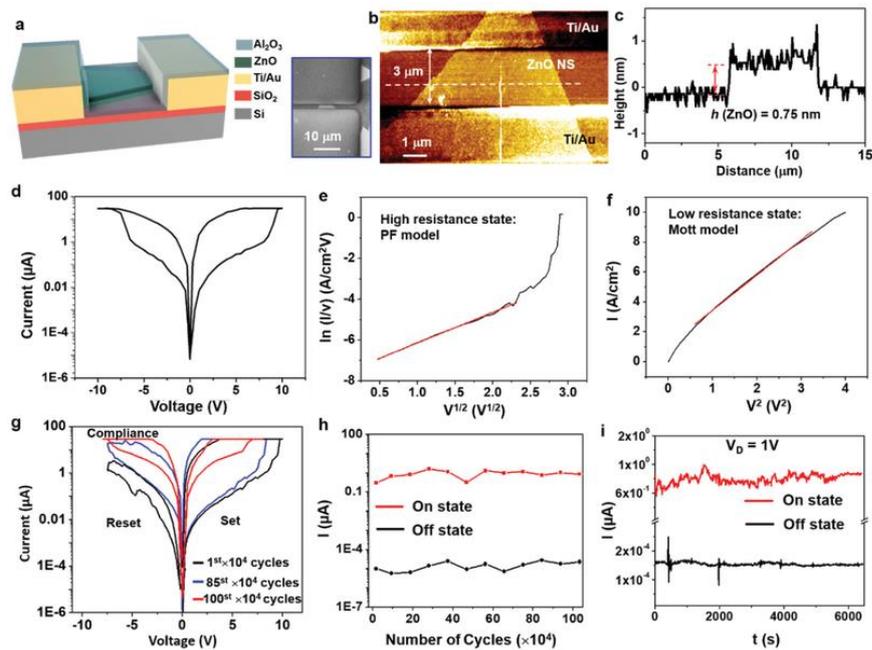
2. KAJIAN TEORITIS

Pengelasan dalam Struktur Kapal

Pengelasan adalah proses penyambungan logam dengan menggunakan energi panas yang cukup untuk melelehkan logam dasar, dan sering kali menggunakan bahan tambahan yang ikut mencair dan membentuk sambungan yang kontinu (Kou, 2003). Dalam industri perkapalan, pengelasan memegang peran utama dalam pembuatan lambung, geladak, dan struktur pendukung lainnya karena sambungan las dinilai lebih

kuat, efisien, dan ringan dibanding sambungan mekanis seperti baut atau paku keling (Nasir & Wahab, 2020).

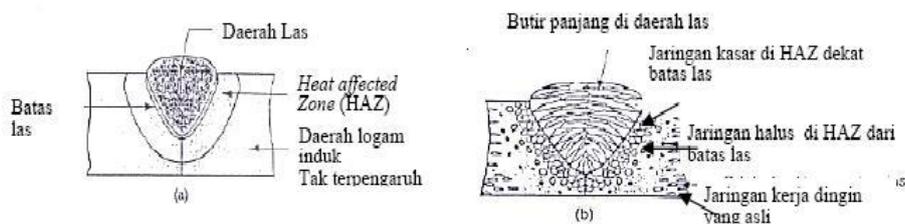
Secara umum, metode pengelasan yang digunakan dalam fabrikasi kapal meliputi SMAW (Shielded Metal Arc Welding), GMAW (Gas Metal Arc Welding), dan SAW (Submerged Arc Welding). Pemilihan metode pengelasan ini sangat bergantung pada ketebalan plat, posisi pengelasan, dan jenis material logam dasar.



Gambar 1. Jenis Sambungan Las Umum pada Struktur Kapal (Sumber: Zhao & Xu, 2020)

Heat Affected Zone (HAZ) dan Cacat Las

Proses pengelasan tidak hanya mencairkan logam, tetapi juga menciptakan zona pengaruh panas (HAZ) di sekitar daerah las. HAZ mengalami transformasi mikrostruktur yang menyebabkan perubahan sifat mekanik, seperti penurunan kekerasan atau ketangguhan, yang sering menjadi titik awal kegagalan akibat retak atau korosi (Sharma & Singh, 2021).



Gambar 2. Struktur Zona Las (Sumber: Sharma & Singh, 2021)

Cacat umum yang dapat terjadi pada sambungan las meliputi:

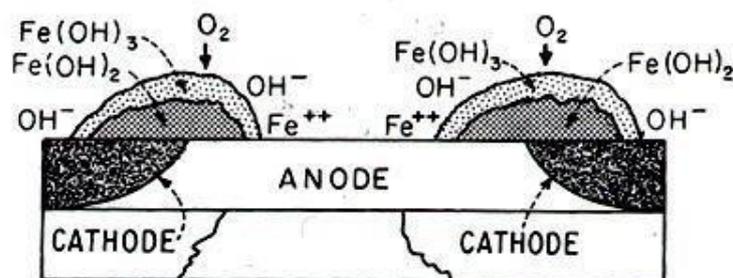
- Porositas: gelembung gas yang terperangkap saat logam cair membeku.
- Incomplete fusion: kegagalan fusi antara logam dasar dan logam pengisi.
- Crack (retak): terjadi akibat tegangan termal berlebih saat pendinginan cepat.

Untuk mendeteksi cacat ini digunakan metode Non-Destructive Testing (NDT) seperti radiografi sinar X dan ultrasonik, yang terbukti efektif dalam mengidentifikasi ketidaksempurnaan internal (Zhao & Xu, 2020).

Korosi pada Plat Kapal

Korosi merupakan degradasi material akibat reaksi elektro-kimia antara logam dan lingkungan. Dalam konteks kapal, air laut merupakan media yang sangat korosif karena mengandung ion klorida (Cl^-), yang mempercepat pembentukan karat pada baja (Kim & Lee, 2020).

Sambungan las menjadi area yang lebih rentan terhadap korosi karena kehadiran tegangan sisa, struktur mikro yang tidak homogen, dan kemungkinan cacat proses. Oleh karena itu, pengujian korosi dilakukan untuk mengetahui ketahanan material terhadap lingkungan laut.



Gambar 3. Ilustrasi Proses Korosi pada Sambungan Las (Sumber: Liu et al., 2022)

Pencegahan dan Perlindungan

Untuk meningkatkan daya tahan terhadap korosi dan memperpanjang umur struktur kapal, dilakukan tindakan perlindungan sebagai berikut:

- Pemilihan material: menggunakan logam tahan korosi seperti aluminium paduan laut (marine-grade Al) atau baja tahan karat.
- Perlindungan pelapis: seperti galvanisasi dan pengecatan dengan cat antikorosi.
- Penerapan desain las yang baik: menghindari celah sempit dan area yang sulit dijangkau saat pelapisan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk mengevaluasi proses pengelasan pada penyambungan plat kapal, serta analisis terhadap potensi korosi setelah proses pengelasan dilakukan. Prosedur dimulai di bengkel konstruksi, di mana setiap tahapan kerja mulai dari pemilihan jenis pelat, pemotongan (cutting), pembentukan (pressing dan rolling), hingga pengelasan dan pengujian kualitas sambungan — dilakukan sesuai standar industri.

Dalam proses pengelasan, digunakan pelat jenis Almarine Steel dengan ketebalan 100–150 mm. Jenis pengelasan yang diterapkan adalah Gas Metal Arc Welding (GMAW) dengan celah sambungan (gap) sebesar 3 mm. Elektroda yang digunakan mayoritas adalah ESAB 6013 karena dianggap memberikan daya rekat yang kuat dan hasil yang presisi.

Setelah proses pengelasan selesai, dilakukan pengujian kualitas sambungan dengan metode sinar-X (X-Ray Test) untuk mendeteksi adanya cacat internal. Selain itu, dilakukan juga pengujian korosi dengan merendam spesimen selama 10 hari di air laut asli guna mengetahui ketahanan logam terhadap lingkungan laut yang bersifat korosif.

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi lapangan (field research) dan pengujian laboratorium yang difokuskan pada proses pengelasan dan penyambungan plat pada badan kapal, serta analisis terhadap kualitas hasil las melalui uji radiografi (X-ray) dan uji ketahanan korosi. Penelitian dilakukan selama masa kerja praktek pada bulan



Gambar 4. Pemotongan Plat Pada Gerinda



Gambar 5. Proses Cutting (Automatic Gas Cutting Machine)

Pressing adalah alat dimana akan membuat bentuk kapal yang di inginkan, salah satunya adalah membuat lambung kapal, dan memakai alat *Press hidrolik* karena membutuhkan tekanan yang cukup besar guna membentuk badan Kapal yang ideal dan sempurna, dimana spesifikasi mesin *Pressing* nya bermacam macam dari mulai 10 ton, 20 ton, 50 ton hingga yang terbesar sampai 350 ton, mesin ini digunakan tergantung ketebalan plat yang ingin di *press* atau yang ingin di bentuk, bisa juga untuk membuat bumper kapal, atau sebagai pelindung kapal, seketika kapal berbentur dengan batu karang atau juga bisa untuk mengurangi gesekan atau benturan pada badan kapal atau body kapal.



Gambar 6. Proses *Pressing*



Gambar 7. Hasil Pembentukan dengan Mesin Pressing

Rolling merupakan suatu deformasi dimana dari ketebalan benda kerja direduksi menggunakan daya tekan dan menggunakan dua buah Roll atau lebih, roll akan berputar untuk menarik dan menekan secara inputan benda kerja yang berada di antaranya. Tujuan pengerollan adalah untuk memperkecil tebal logam dan tebal plat, biasanya agar Plat menjadi bertambah Lebar dan bisa menambah pertambahan Panjang.



Gambar 8. Mesin Roll Dua Tingkat

Pengelasan dilakukan menggunakan elektroda tipe ESAB 6013 dan ESAB 7016/7018 dengan metode SMAW. Teknik pengelasan yang digunakan mencakup posisi flat, vertical, dan overhead. Penyambungan dilakukan dengan model bevel untuk menghasilkan penetrasi yang merata.



Gambar 9. (A) Proses Pengelasan Tipe Vertical (B) Proses Pengelasan Tipe Down Hand (C) Proses Pengelasan Tipe Upper Hand

Uji Korosi

Proses pengujian korosi dilakukan untuk menilai ketahanan material terhadap korosi, terutama pada sambungan las yang dapat mengalami ketidakmerataan. Ketidakmerataan ini sering kali disebabkan oleh kualitas pengelasan dan teknik yang

digunakan, yang memengaruhi ketahanan sambungan terhadap lingkungan korosif, khususnya di perairan laut. Dalam penelitian ini, spesimen las diuji dengan cara merendamnya dalam air laut murni selama sepuluh hari untuk mensimulasikan kondisi korosif yang terjadi di laut.

Proses perendaman menggunakan air laut yang diambil langsung dari Laut Tanjung Priok. Perendaman dalam air laut ini bertujuan untuk menilai tingkat korosi yang terjadi pada spesimen las yang telah disiapkan dengan gap 3 mm. Setelah direndam, spesimen diuji dengan membersihkan kembang karat yang menempel pada permukaan logam menggunakan teknik pengikisan pada sisi-sisi plat. Proses pembersihan ini dilakukan untuk memastikan bahwa pengukuran berat yang dilakukan akurat, menghilangkan kerak yang terbentuk akibat reaksi korosi dan memberikan gambaran yang lebih jelas tentang tingkat kerusakan material.

Gambar 10. menunjukkan kondisi kembang karat pada spesimen uji setelah perendaman dalam air laut. Kembang karat ini merupakan indikasi terjadinya reaksi kimia antara logam dan air laut, yang mempengaruhi integritas material.



Gambar 10. Kembang Karat Pada Uji Spesimen

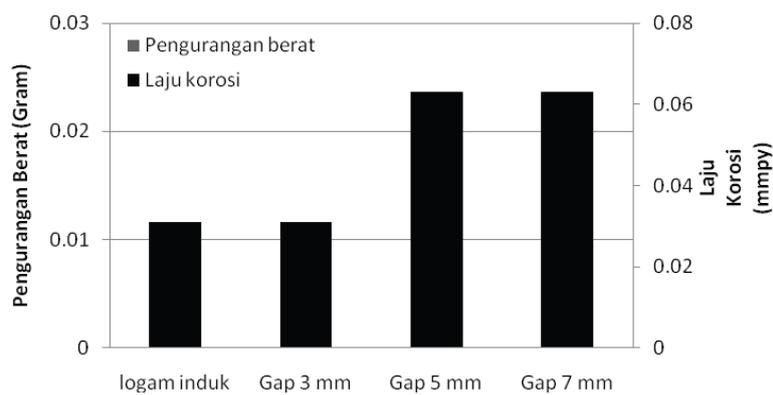
Setelah proses pembersihan selesai, pengukuran berat dilakukan pada spesimen sebelum dan setelah terpapar korosi. Data yang diperoleh dari pengujian ini menunjukkan pengurangan berat yang signifikan pada logam induk dan hasil pengelasan dengan gap 3 mm, yaitu sebesar 0,01 gram. Meskipun terjadi pengurangan berat, laju korosi yang

tercatat masih memenuhi standar ketahanan untuk konstruksi kapal, yaitu kurang dari 0,1 mm per tahun.

Namun, beberapa faktor berkontribusi terhadap percepatan laju korosi, salah satunya adalah peningkatan suhu selama proses pengelasan. Proses pengelasan yang berlangsung dalam waktu lama menyebabkan suhu yang tinggi, yang berperan dalam mempercepat laju korosi. Secara khusus, temperatur yang tinggi akan mempengaruhi material dan mempercepat proses oksidasi, sehingga mempercepat terjadinya kerusakan pada material las tersebut.

Selain itu, faktor lain yang berperan penting dalam mempercepat korosi adalah porositas dalam sambungan las. Semakin banyak rongga atau celah di dalam sambungan las, semakin besar peluang korosi untuk masuk ke dalam logam dan menyebar melalui celah tersebut. Proses ini dapat memperburuk ketahanan material terhadap korosi karena korosi bergerak masuk melalui celah-celah las dan mengikis bagian logam secara merata, sehingga menurunkan integritas struktural material.

Gambar 11 menggambarkan hasil pengujian korosi yang menunjukkan pengurangan berat untuk logam induk dan hasil pengelasan dengan jarak gap 3 mm yang sama, yaitu 0,01 gram. Hal ini mengkonfirmasi bahwa meskipun terjadi pengurangan berat, laju korosi tetap berada dalam batas aman.



Gambar 11. Hasil Pengujian Korosi (Sumber Gambar dari PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari)

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat sedikit penurunan berat, kualitas pengelasan yang baik dan penggunaan material yang sesuai memungkinkan sambungan las tetap memenuhi persyaratan standar konstruksi kapal. Oleh karena itu, meskipun terdapat pengaruh suhu dan porositas terhadap korosi, hasil

pengelasan pada spesimen ini masih dapat diterima dalam konteks aplikasinya pada konstruksi kapal yang beroperasi di lingkungan laut yang sangat korosif.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa proses pengelasan pada sambungan plat kapal menggunakan pelat baja Almarine Steel dari PT Krakatau Steel dengan ketebalan 100–150 mm memberikan ketahanan yang cukup baik terhadap korosi, meskipun terdapat beberapa faktor yang dapat mempercepat proses tersebut. Pengujian korosi yang dilakukan dengan cara merendam spesimen dalam air laut murni selama 10 hari menunjukkan bahwa pengurangan berat pada logam induk dan hasil pengelasan dengan gap 3 mm adalah sebesar 0,01 gram. Laju korosi yang terukur masih berada dalam batas aman untuk konstruksi kapal, yaitu kurang dari 0,1 mm per tahun, yang menunjukkan bahwa material tetap memenuhi standar ketahanan terhadap korosi yang diperlukan untuk konstruksi kapal yang beroperasi di lingkungan laut yang keras.

Namun, pengujian juga menunjukkan bahwa suhu tinggi yang dihasilkan selama proses pengelasan serta adanya porositas dalam sambungan las dapat mempercepat laju korosi. Oleh karena itu, kontrol suhu pengelasan dan pengendalian kualitas sambungan las menjadi faktor penting dalam menjaga ketahanan material terhadap korosi.

Dengan demikian, meskipun hasil pengelasan pada penelitian ini dapat diterima dalam konstruksi kapal, masih diperlukan perhatian lebih lanjut terhadap proses pengelasan dan kondisi lingkungan untuk meminimalisir potensi kerusakan material yang lebih cepat.

DAFTAR REFERENSI

- Oktarina, K., & Firmansyah, A. (2022). ANALISA LAJU KOROSI PADA MATERIAL PLAT KAPAL CNAXV715 MENGGUNAKAN MEDIA PERAIRAN TARAHAH LAMPUNG. *Jurnal Redoks*, 7(1), 55-61.
- Oktarina, K., & Budi, A. S. (2021). Analisa Laju Korosi Material Plat Kapal Hlb4004 Menggunakan Media Di Perairan Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta Utara. *Jurnal Redoks*, 6(2), 80-85.
- Suryady, S., & Zhafran, R. (2022). Analisa Desain Bodi Kendaraan Tipe Urban Concept Pada Pengaruh Koefisien Drag Dan Koefisien Lift. *Presisi*, 24(1), 74-84.
- Budiyanto, L. (2021). Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Pada Plat

Lambung Kapal Bobot 1500 DWT. *Dinamika Bahari*, 2(1), 91-96.

Mariah, Y. (2021). Studi korosi plat baja material kapal terhadap salinitas dan derajat keasaman (ph) di pelabuhan pengasinan pertamina Jakarta. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 2(3), 464960.

Sulistyo, S., & Nugroho, S. (2020). Perlindungan Korosi Pada Material Baja a36 Melalui Proses Pengecatan Untuk Lambung Kapal. *JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI MARITIM*, 21(1), 1-8.

Ngatmin, N., Purwanto, H., & Riwayati, I. (2019). Analisis Laju Korosi Pada Plat Baja Lambung Kapal Dengan Umpan Anoda Korban Aluminium. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 15(2).

Suryady, S., Nugroho, E. A., & Muchlis, A. (2025). STUDY OF THE PRODUCTION PROCESS FOR SUZUKI IDLE STARTER GEAR AT PT. MORITA TJOKRO GEARINDO. *Journal Multidisciplinary research and technology*, 1(1), 9-14.

Susilowati, S. E., & Simbolon, J. M. (2019). Analisa Laju Korosi Plat a36 Untuk Deck Floatin G Dock Venture 3 Dengan Perlindungan Zinc Anode Dan Arus Dc Serta Zinc Anode Tanpa Menggunakan Arus Dc. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 4(2), 108-115.

Ali, M. S., Praktikno, H., & Dhanistha, W. L. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Sudut Blasting Dengan Coating Campuran Epoxy dan Aluminium Serbuk terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1), G64-G70.