

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan plat baja pada struktur kapal merupakan hal umum yang digunakan sebagai bahan pembuatan kapal karena cukup memadai. Tetapi besi dan baja sangat reaktif sehingga mempunyai kecenderungan mengalami korosi di daerah korosif yakni air laut. Korosi merupakan gejala alamiah yang biasa terjadi didalam plat kapal sebagai akibat interaksi dengan lingkungan sekitarnya sehingga mengalami perubahan massa dalam lingkungan korosif (Susilowati & Simbolon, 2019).

Korosi kapal baja mengakibatkan turunnya kekuatan dan umur pakai kapal, sehingga dapat mengurangi jaminan keselamatan muatan barang dan penumpang kapal (Sudjasta et al., 2018). Untuk menghindari kerugian yang lebih besar akibat korosi air laut maka diperlukan suatu perlindungan korosi pada plat kapal. Korosi kapal dapat di tanggulangi dengan berbagai cara antara lain dengan menggunakan anoda karbon kapal (Susilowati & Simbolon, 2019). Penelitian ini mengarah pada efektivitas anode korban dalam dua metode yaitu las dan baut. Penentuan proteksi untuk bagian *rudder* kapal merupakan sesuatu yang sangat penting guna memproteksi kapal dari biota laut dan karat yang pasti akan mempengaruhi operasional kapal. Perbedaan pengaplikasian anoda korban memiliki perbedaan pada biaya operasional dan juga korosi yang terjadi pada bagian *rudder*.

Katodic protection dapat didefinisikan dalam arti sel elektrokimia untuk mengendalikan korosi dengan mengkonsetrasikan reaksi oksigen pada sel galvanis dan menekan korosi pada katoda dalam sel yang sama pada proteksi katodik, logam yang kana di lindungi dijadikan katoda dan reaksi oksidasi akan terjadi pada anoda (Sade & A, 2024). (Anoda adalah tempat terjadinya oksidasi) sedangkan (Katoda adalah tempat berlangsungnya reduksi) dimana hubungan tersbut menunjukkan bahwa penambahan elektron ke struktur akan menekan penguraian logam dan meningkatkan laju pembentukan *hydrogen*, jika arus mengalir dari kutub (+) ke (-), maka struktur terlindungi jika arus memasuki struktur/logam melalui elektrolit (*View of ANALISA KEBUTUHAN ANODA KORBAN ...KAPAL DI PT. INDONESIA MARINA SHIPYARD.Pdf*, n.d.).

Ada beberapa metode untuk mencegah dan menghentikan korosi, dan seringkali sulit bagi insinyur dan lembaga transportasi untuk memilih metode terbaik dalam situasi tertentu. Memilih langkah-langkah perbaikan yang tepat sangat penting tidak hanya untuk memastikan masalah teratasi sepenuhnya, tetapi juga agar biayanya tidak terlalu mahal untuk membenarkan pekerjaan tersebut. Karena langkah-langkah perbaikan terkait dengan biaya yang signifikan, maka penerapan *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA) diperlukan dalam menentukan strategi rehabilitasi yang benar-benar efisien secara biaya (How & Rahman, 2004). Penelitian ini fokus pada perbandingan efisiensi penggunaan dan total biaya yang ada pada *Zinc Anode Bolted* dan *Zinc Anode Welded*.

Beberapa metode yang dapat diterapkan pada penelitian ini salah satunya adalah *Weight Loss Method* yang mampu menghitung penurunan berat dari media yang di teliti. *Weight Loss Method* masih menjadi cara yang paling banyak digunakan untuk menentukan laju korosi material berbasis logam, meskipun merupakan metode tertua yang saat ini digunakan. Metode ini melibatkan pemaparan *specimen* logam yang di uji ke lingkungan tertentu (yaitu, media korosif) selama waktu pemaparan yang cukup, setelah itu *specimen* dikeluarkan dari lingkungan tersebut dan perubahan beratnya sebelum dan sesudah pemaparan kemudian ditentukan, yang dikenal sebagai *Weight Loss* (L. Liu et al., 2018).

Berdasarkan tinjauan tersebut, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan berfokus antara efisiensi dan material yang digunakan pada *zinc anode*.

Sebagian besar studi tidak menganalisis perbandingan mengenai metode yang digunakan pada instalasi *anode* korban yang terdapat dua metode yaitu *bolted* (baut) dan *welded* (las). Perbandingan dari kedua metode tersebut belum menemukan hasil mengenai mana yang lebih efisien dari segi biaya dan perlindungan mana yang lebih memproteksi dari korosi. Apabila pemasangan anoda karbon disusun berdasarkan luas plat pada lambung kapal/area bawah garis air maka dapat di bagi sesuai dengan jarak masing-masing lajur pelat lambung kapal dengan kebutuhan anoda karbon dan sesuai dengan perhitungan dan penambahan 20% untuk tempat kritis, seperti area yang mengalami arus yang deras atau daerah yang dinilai cukup penting untuk bagian kapal (*View of ANALISA KEBUTUHAN ANODA KORBAN ...KAPAL DI PT. INDONESIA MARINA SHIPYARD.Pdf*, n.d.).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan instalasi *zinc anode* yang paling optimal pada struktur *rudder* kapal dengan melakukan studi komparatif antara metode penyambungan mekanik (*bolted*) dan termal (*welded*) guna menekan laju korosi seminimal mungkin. Melalui penerapan metode kehilangan berat (*Weight Loss Method*), penelitian ini secara mendalam mengevaluasi bagaimana fenomena diskontinuitas mekanik berupa celah pada sistem baut serta pengaruh masukan panas (*heat input*) pada proses pengelasan memengaruhi integritas material plat dan efektivitas perlindungan katodik secara keseluruhan. Selain aspek teknis, penelitian ini juga mengintegrasikan analisis efisiensi melalui *Life Cycle Cost Analysis* untuk mengidentifikasi metode instalasi yang tidak hanya unggul dalam ketahanan proteksi, tetapi juga paling ekonomis dari segi biaya operasional, waktu pengerjaan, dan kemudahan pemeliharaan. Dengan membandingkan kedua metode ini dari sudut pandang teknis dan ekonomi, penelitian ini bertujuan unyuk memberikan landasan pengambilan keputusan bagi pemilik kapal dalam memilih sistem proteksi yang tidak hanya handal secara mekanis menahan vibrasi pada *rudder*, tetapi juga lebih efisien secara finansial dalam jangka panjang, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan daya saing industri pelayaran melalui reduksi biaya perawatan tahunan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan laju konsumsi dan umur pakai *zinc anode* pada instalasi *bolted* dan *welded* pada *rudder* kapal berdasarkan *Weight Loss Method*?
2. Bagaimana pengaruh diskontinuitas mekanik (*bolted*) dan diskontinuitas termal (*welded*) terhadap efisiensi perlindungan korosi *zinc anode* pada *rudder* kapal?
3. Metode instalasi *zinc anode* manakah (*bolted* atau *welded*) yang lebih efisien secara biaya selama masa pakai berdasarkan *Life Cycle Cost Analysis*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis perbandingan laju konsumsi dan umur pakai *zinc anode* pada instalasi *bolted* dan *welded* pada struktur *rudder* kapal menggunakan *Weight Loss Method*.
2. Mengevaluasi pengaruh diskontinuitas mekanik (*bolted*) dan diskontinuitas termal (*welded*) akibat perbedaan metode instalasi *zinc anode* terhadap efisiensi perlindungan korosi pada struktur *rudder* kapal.
3. Menentukan metode instalasi *zinc anode* yang paling efisien secara biaya antara sistem *bolted* dan *welded* berdasarkan *Life Cycle Cost Analysis* selama masa pakai *zinc anode*.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya berfokus pada struktur *rudder* kapal, tidak mencakup bagian kapal yang lain.

2. Jenis anoda yang digunakan hanya dibatasi pada *zinc anode*, tidak membandingkan dengan komposisi yang lain seperti aluminium atau *magnesium anode*.
3. Variasi lingkungan dibatasi pada kondisi air laut standar, tanpa mempertimbangkan variasi salinitas dan *temperature* ekstrem yang terjadi.
4. Pada analisis biaya ini hanya membandingkan biaya operasional untuk menghitung kebutuhan *zinc anode* metode *bolted* dan *welded* pada *rudder* kapal.
5. Metode pemasangan (instalasi) yang dianalisis hanya seputar *bolted* dan *welded*, tanpa mempertimbangkan variasi jenis baut, elektroda, atau metode pengelasan lainnya.
6. Pada penelitian ini tidak mencakup desain dari *rudder* kapal dan *zinc anode* yang akan di *instal*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan literasi di bidang teknik perkapalan, khususnya mengenai dinamika proteksi katodik pada area yang memiliki tingkat turbulensi dan vibrasi tinggi seperti *rudder* kapal. Secara akademis, studi ini memperkaya referensi ilmiah terkait perbandingan efektivitas antara sambungan mekanik (*bolted*) dan sambungan termal (*welded*) dengan mengintegrasikan prinsip ekonomi teknik melalui metode *Life Cycle Cost Analysis (LCCA)*. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi landasan teoritis bagi peneliti selanjutnya dalam mengkaji perilaku material korosi dan optimalisasi sistem proteksi pada komponen kapal yang memiliki vibrasi tinggi.

Manfaat praktis dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan teknis bagi galangan kapal, perancang, dan operator kapal dalam menentukan metode instalasi struktur *rudder* serta parameter pemasangan *zinc anode* yang paling efektif dan ekonomis. Evaluasi laju korosi dan *Life Cycle Cost Analysis (LCCA)* memungkinkan pemilihan konfigurasi instalasi yang mampu menekan laju degradasi material, memperpanjang umur pakai *zinc anode*, serta mengurangi frekuensi perawatan dan penggantian anode. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi langsung terhadap peningkatan efisiensi biaya operasional, keandalan sistem *rudder*, dan keberlanjutan operasional kapal selama masa layanannya.

1.6 Rencana Luaran Penelitian

1. Paper publikasi pada jurnal nasional terakreditasi.
2. Modul penerapan metode *Weight Loss Method* dan *Life Cycle Cost Analysis* dalam perbandingan laju konsumsi *zinc anode bolted* (mekanik) dan *zinc anode welded* (termal).