

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



SKRIPSI

**ANALISIS PEMASANGAN *ZINC ANODE* DALAM
MENGOPTIMALKAN PENGAWASAN DAN
PERAWATAN GUNA MENGATASI KOROSI DAN
TERITIP PADA LUNAS KAPAL MT FALCON 18**

Oleh :

AMELIA AGISTA PUTRI

NRP: 15.8235/N

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2019

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



SKRIPSI

**ANALISIS PEMASANGAN *ZINC ANODE* DALAM
MENGOPTIMALKAN PENGAWASAN DAN
PERAWATAN GUNA MENGATASI KOROSI DAN
TERITIP PADA LUNAS KAPAL MT FALCON 18**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV**

Oleh :

AMELIA AGISTA PUTRI

NRP: 15.8235/N

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2019

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

N a m a : AMELIA AGISTA PUTRI
NRP : 15.8235/N
Program : DIPLOMA IV
Jurusan : NAUTIKA
J u d u l : ANALISIS PEMASANGAN ZINC ANODE DALAM
MENGOPTIMALKAN PENGAWASAN DAN
PERAWATAN GUNA MENGATASI KOROSI DAN
TERITIP PADA LUNAS KAPAL MT FALCON 18

Jakarta, Juli 2019

Pembimbing I

Pembimbing II

M. NURDIN SE,MM.
Pembina (IV/a)
NIP. 19590814 198302 1 001

MEILINASARI N.H. S.SiT,M.MTr
Penata Tingkat I (III/d)
NIP. 19810503 200212 2 001

Mengetahui :
Ketua Program Studi Nautika

SUHARTINI S.SiT,M.MTr
Penata (III/c)
NIP. 19800307 200502 2 002

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

N a m a : AMELIA AGISTA PUTRI
NRP : 15.8235/N
Program Pendidikan : DIPLOMA IV
Jurusan : NAUTIKA
J u d u l : ANALISIS PEMASANGAN *ZINC ANODE*
DALAM MENGOPTIMALKAN PENGAWASAN
DAN PERAWATAN GUNA MENGATASI
KOROSI DAN TERITIP PADA LUNAS KAPAL
MT FALCON 18

Ketua Penguji

Anggota Penguji

Anggota Penguji

Capt. Marihot Simanjuntak, MM
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19661110 199803 1 002

Dr. Bambang Sumali, MSc
Pembina Tk. 1 (IV/b)
NIP. 19601105 198503 1 001

Capt. Sajim Budi Setiawan, MM
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 19690616 199903 1 001

Mengetahui :
Ketua Program Studi Nautika

SUHARTINI S.SiT,M.MTr
Penata (III/c)
NIP. 19800307 200502 2 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat, nikmat seta hidayah-Nya, kepada kita semua, karena atas segala kuasa, berkat dan anugerahnya yang telah Ia berikan. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, dengan judul :

“ANALISIS PEMASANGAN *ZINC ANODE* DALAM MENGOPTIMALKAN PENGAWASAN DAN PERAWATAN GUNA MENGATASI KOROSI DAN TERITIP PADA LUNAS KAPAL MT FALCON 18 ”

Skripsi ini disusun dan diajukan oleh penulis untuk melengkapi dan menyelesaikan persyaratan Program Pendidikan Diploma IV (Diploma IV) Program Studi Nautika yang telah diselenggarakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

Penyusunan skripsi ini berdasarkan pengamatan dan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis saat melakukan Praktek Laut (Prala) dikapal MT FALCON 18. Selain itu penulis juga mendapatkan materi dari pengetahuan yang diberikan oleh dosen pada saat mengikuti pendidikan yang berhubungan dengan skripsi ini.

Dalam penyusunannya,penulis banyak mendapatkan pelajaran berharga, dukungan, motivasi, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak mulai dari persiapan pelaksanaan hingga selesainya penyusunan laporan skripsi ini. Sehingga penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas bantuan dan doa serta bimbingan dalam penyusunan skripsi ini kepada seluruh pihak yang terkait. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Teristimewa untuk papa & mama, Agust Basuki dan Aisyah. yang selalu mendukung dan medoakan penulis baik secara moral maupun materil beserta kasih sayang yang tak bisa diungkapkan hanya dengan kata-kata. “Ma, Pa anakmu udah jadi sarjana”

2. Adik-adikku, Muhamad Ananthyo Agusta, Arikah Agista Putri & Muhammad Husein Fadlurahman beserta seluruh keluarga yang telah memberikan semangat serta pengertian selama menyelesaikan pendidikan ini.
3. Yth. Capt. Marihot Simanjuntak, MM sebagai Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Yth. Capt. Suhartini, S.SiT,MMTr sebagai Ketua Program Studi Nautika. yang telah membimbing, mengarahkan dan selalu menyemangati saya dan teman-teman untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Yth. Bapak M. Nurdin, SE,MM sebagai Dosen Pembimbing I dan Ibu Meilinasari N.H. S.SiT,MMTr. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh teman-teman angkatan 58, khususnya taruni 58-ku yang selalu saling mendukung dikala susah senang bersama. Terimakasih atas semua bantuannya, akan selalu teringat motivasi yang selalu terucap “karena kita 58”.
7. Kepada semua teman-teman kelas Nautika Charlie dari tingkat I hingga tingkat IV yang selalu memberikan pengalaman, semangat, dan berbagi pendapat selama dikelas.
8. Kepada Kamar O102, Irma, Dina, Wismi, Elysa, Jihan, Nira, Uyen, Hesti, Atika, Athiyah, Ayom, Novi, Ardel, Isra dan Kintan selaku anak pertama kalian sungguh luar biasa dalam memberikan kejutan, motivasi, berbagai pendapat, pemancing keributan dan terimakasih telah mewarnai kehidupan penulis selama di dormitory.
9. Seluruh keluarga asisten 2 dan water team, terutama seluruh WT 58 ku, Khoeron, Alik, Iqwal, Adam, Kornel, Raihan, Nigel, Antoni, Ferdy, Fauzan, Annisa Novia, Deby, Caesa dan Adinda. Terimakasih atas susah, senang dan bantuan segala hal selama diasrama. *“We’re here because we’re needed!”*
10. Seluruh awak kapal MT FALCON 18 dan seluruh pegawai kantor PT.ODYSSEY SHIPPING LINE terutama untuk senior Timoer Hermet (AIP 32), senior Suwarsito (AIP 17), senior Andrew Valentino (STIP 56), Mualim I Latipah, Mualim II Bryan Luk Pangkey, Mualim III Gugun Arfriyanto, Masinis II Opniel Pabare dan Faisal

Daman. Terimakasih atas seluruh ilmu, masukan beserta pengalaman dan masukan yang telah diberikan selama ini.

11. Seluruh dosen, instruktur dan pembimbing taruna/i Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran yang telah bersedia mendidik, membimbing serta memberikan masukan-masukan dalam masa pendidikan.
12. Seluruh senior, junior dan semua pihak yang tidak tersebut diatas, terimakasih atas segalanya hingga penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan baik dan serta dapat selesai tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal itu disadari kerna keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Besar harapan penulis, semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya bagi para pelaut ataupun pihak lain pada umumnya. Oleh karena itu penulis memohon saran dan kritik serta bimbingan yang lebih baik lagi, untuk kemajuan bersama dan memohon maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kekeliruan dalam penyusunan dan penulisan dalam skripsi ini.

Untuk selanjutnya, penulis berharap agar dalam penulisan skripsi ini dapat memberikan manfaat yang baik dan memberikan pengetahuan-pengetahuan yang berguna bagi para pembaca, serta dapat memenuhi persyaratan program Diploma IV di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

Jakarta, Juli 2019

Penulis,

AMELIA AGISTA PUTRI
NRP : 15.8235/N

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM.....	i
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
DAFTAR ISTILAH.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka.....	7
B. Kerangka Pemikiran.....	36
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
B. Metode Pendekatan dan Teknik Pengumpulan Data.....	38
C. Subjek Penelitian.....	40
D. Teknik Analisis Data.....	40
BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data.....	42
B. Analisis Data.....	46
C. Alternatif Pemecahan Masalah.....	59
D. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah.....	64

	E. Pemecahan Masalah.....	67
BAB V :	KESIMPULAN DAN SARAN	
	A. Kesimpulan.....	69
	B. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses anode mengalami oksidasi	11
Gambar 2.2 <i>Uniform attack</i>	13
Gambar 2.3 <i>Pitting corrosion</i>	13
Gambar 2.4 <i>Errosion corrosion</i>	14
Gambar 2.5 Korosi Galvanis	14
Gambar 2.6 <i>Stress corrosion</i>	15
Gambar 2.7 <i>Crevice corrosion</i>	15
Gambar 2.8 Korosi Mikrobiologi	16
Gambar 2.9 <i>Fatigue corrosion</i>	16
Gambar 2.10 Sel korosi sederhana.....	29
Gambar 2.11 Sistem arus tanding	31
Gambar 4.1 <i>Arrival Meeting</i>	43
Gambar 4.2 Sisa <i>zinc anode</i> yang menempel pada daun kemudi	44
Gambar 4.3 Kondisi lambung MT FALCON 18 setelah di <i>sandblast</i>	45
Gambar 4.4 Kondisi <i>sea chast</i> MT FALCON 18 saat penyekrapan	46
Gambar 4.5 Korosi pada lunas kapal yang disebabkan teritip.....	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Hasil reaksi reduksi hydrogen 29
Tabel 4.1	Pengurangan tebal lajur pelat lambung kapal 47
Tabel 4.2	Jumlah <i>Zinc Anode</i> yang terpasang 49
Tabel 4.3	Desain arus rata-rata densitas berdasarkan kedalaman dan iklim... 51
Tabel 4.4	Konstanta untuk perhitungan faktor kerusakan pelapis 51
Tabel 4.5	Desain nilai <i>Electrochemical Efficiency</i> untuk Al dan Zn 52
Tabel 4.6	Jumlah <i>Zinc Anode</i> seharusnya berdasarkan rumusan 55
Tabel 4.7	Faktor yang mempengaruhi korosi 57

DAFTAR SINGKATAN

ABK	:	Anak Buah Kapal
CO ₂	:	Senyawa Karbondioksida
BKI	:	Biro Klasifikasi Indonesia
DKP	:	Dock Yard Kelapa Dua
DNV	:	Det Norske Veritas
Fe ²⁺	:	Senyawa ferik
Fe ₂ O ₃	:	Senyawa Ferioksida
Fe ₂ O ₃ nH ₂ O	:	Senyawa Karat
H ₂	:	Senyawa Hidrogen
H ₂ O	:	Senyawa Air
H ₂ S	:	Senyawa Hidrogen Sulfida
ICCP	:	<i>Impressed Curent Cathodic Protection</i>
KCl	:	Senyawa Kalium Klorida
MgCl	:	Senyawa Magnesium Klorida
MT	:	Motor Tanker
NaCl	:	Senyawa Natrium Klorida
O ₂	:	Senyawa Oksigen
Prala	:	Praktek Laut
OSL	:	Odyssey Shipping Lines

DAFTAR ISTILAH

- Awak Kapal : Orang yang bekerja atau dipekerjakan di atas kapal oleh pemilik atau operator kapal untuk melakukan tugas di atas kapal sesuai dengan jabatannya yang tercantum dalam buku siji. Sedangkan anak buah kapal (ABK) adalah awak kapal selain nakhoda.
- adhesif : Bersifat melekat
- Adsorpsi : Proses suatu bahan untuk mengonsentrasikan gas, cairan, atau zat terlarut pada permukaannya secara adhesif (penyerapan)
- Anak Buah Kapal : Awak kapal selain nakhoda.
- Anoda : Elektroda di mana reaksi oksidasi logam terjadi
- Curing agent : Cairan yang bersifat perekat namun memiliki fungsi sebagai pengencer. Jika hasil campurannya kurang sesuai dapat ditambahkan *thinner*.
- Docking* : Suatu proses memindahkan kapal dari air/ laut ke atas dock dengan bantuan fasilitas pangedokan yang dipergunakan untuk perbaikan kapal maupun pembangunan kapal baru.
- Inhibitor : Zat kimia yang dapat menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia
- Kapal : Kendaraan untuk di air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan dibawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah.
- Katoda : Elektroda tempat terjadinya reaksi reduksi
- Klasifikasi : Penyusunan bersistem dalam kelompok atau golongan menurut kaidah atau standar yang ditetapkan
- Korosi : Proses, perubahan, atau kerusakan yang disebabkan oleh reaksi kimia kompleks yang merusak logam melalui reaksi dengan lingkungannya yang mengalami erosi kimia oleh oksigen

Lunas kapal	: Bagian bawah kapal
<i>Massive</i>	Kuat, kukuh, dan sulit dilepaskan
<i>Motor Tanker</i>	: Kapal yang didesain untuk membawa benda cair seperti minyak, bahan kimia, dll
Oksidasi	: Penguraian mineral yang mengandung logam oleh senyawa oksigen dan menimbulkan karat yang merupakan bentuk pelapukan kimia
Survey	: Pengukuran
Teori	: Informasi ilmiah yang abstrak sifatnya dan belum tentu dapat langsung digunakan dalam penelitian yang ingin dilakukan seseorang peneliti melalui deduksi logika teori yang abstrak tadi diterjemahkan menjadi hipotesa yakni informasi ilmiah yang lebih spesifik dan lebih sesuai dengan tujuan penelitian
Teritip	: Hewan yaang hanya ditemukan di air laut dan cenderung berada pada perairan dangkal dan air bergelombang yang kuat
<i>Zinc Anode</i>	: Alumunium atau magnesium yang digunakan untuk melindungi besi terhadap karat

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Crew list
Lampiran 2	Ship's Particulars
Lampiran 3	Hasil Wawancara
Lampiran 4	Berita acara kerusakan ICCP
Lampiran 5	Sertifikat Nasional Sistem Anti teritip
Lampiran 6	Sertifikat klasifikasi Lambung (BKI)
Lampiran 7	Sertifikat Klasifikasi Garis Muat Kapal (BKI)
Lampiran 8	Data Log book MT FALCON 18
Lampiran 9	Slide Presentasi

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal laut pada zaman dahulu mempunyai struktur konstruksi yang masih sangat sederhana. Kapal yang di bangun pada zaman itu hanya terbuat dari kayu. Penggunaan kayu dalam pembuatan konstruksi kapal akan lebih murah, baik dalam pengadaan dan perawatannya. Akan tetapi dalam hal ketahanan terhadap air, tidak akan bertahan untuk jangka waktu yang lama. Sehingga untuk bisa mencapai efisiensi sangat diragukan. Berbeda jika konstruksi kapal menggunakan logam baja, selain konstruksinya kokoh dapat juga untuk bertahan dalam jangka waktu yang lama.

Kapal yang menggunakan logam baja memiliki paduan dengan komposisi kimia yang sesuai standar yang dikeluarkan oleh biro klasifikasi kapal (BKI) dengan *standard, class, dan grade*. Baja untuk konstruksi kapal mempunyai sifat mekanis sehingga membutuhkan perawatan secara berkala. Walaupun biaya untuk pembangunan dan perawatan kapal dari logam baja terbilang mahal, tapi akan mencapai tingkat kepuasan dan efisiensi yang bagus karena kapal dapat bertahan lama. Akan tetapi ada satu kelemahan dari penggunaan logam adalah timbulnya korosi.

Faktor yang berpengaruh terhadap korosi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu berasal dari bahan itu sendiri dan dari lingkungan. Faktor dari bahan meliputi kemurnian bahan, struktur bahan, bentuk kristal, unsur-unsur yang ada dalam bahan, teknik pencampuran bahan dan sebagainya. Sedangkan faktor dari lingkungan meliputi tingkat pencemaran udara, suhu, kelembaban, dan spesies *biofouling (artropoda)*. Fouling merupakan fenomena alam yang telah terjadi sejak zaman kuno yaitu tumbuhnya biota laut seperti teritip, ganggang dan kerang yang tumbuh di permukaan kapal yang terendam di laut. Teritip ataupun kerang termasuk dalam

biota yang menimbulkan pengotoran biologis makroskopik (*macrobiofouling*) yang penempelannya bersifat *massive* pada kapal.

Pada umumnya teritip dan kerang dapat menempel pada plat lambung kapal yang terendam air laut. Biasanya teritip sering ditemukan pada kapal yang dioperasikan dilaut. Teritip jarang dijumpai jika kapal beroperasi pada perairan air tawar (sungai dan danau). Teritip bersifat menempel permanen pada substrat yang daya tahannya cukup kuat terhadap benda yang ditempel. Biota ini memiliki perkembang-biakan secara hemaprodit, penyebarannya sangat luas dan cepat. Teritip yang menempel di kapal dapat menimbulkan korosi dan memperlambat laju kapal. Timbulnya korosi pada logam baja dapat mempengaruhi umur, ketebalan dan kondisi baja tersebut. Hal itu dapat menghambat operasional serta keselamatan kerja, sehingga mempengaruhi langsung pada sirkulasi pengiriman barang ke pemiliknya, dan secara otomatis dapat merugikan perusahaan.

Menurut Kusumastuti dkk. (2003), menyatakan bahwa terdapat sejarah panjang dalam pencegahan fouling, berbagai variasi metode telah digunakan seperti penggunaan asap proteksi, Anoda dan Katoda, Cat yang mengandung anti-*fouling*, inhibitor hingga *Impressed Current Cathodic Protection* (ICCP). Berdasarkan *Convention on the Control of Harmful Anti-Fouling System on Ship* menetapkan bahwa pengendalian sistem anti teritip harus bertujuan untuk memberikan perlindungan lingkungan maritime dan kesehatan manusia dari penggunaan bahan berbahaya yang dapat mencemari lingkungan. Sehingga yang saat ini masih diterapkan penggunaannya yaitu Anoda dan Katoda, Cat yang mengandung anti-*fouling*, inhibitor dan ICCP.

Pada saat penulis melaksanakan praktek kerja laut (prala) di MT FALCON 18. Berdasarkan data yang penulis dapati, MT FALCON 18 dibuat pada tahun 1994. Karena kapal tersebut dibuat sebelum tahun 2000, kapal tersebut membutuhkan perawatan lebih seperti yang di atur pada undang-undang 17 tahun 2008 yang mengatur mengenai perawatan *docking*. Sebelumnya *Docking* kapal dilakukan pada tahun 2016, dan terakhir dilaksanakan tanggal 29 Januari 2018 di Dock Yard Kelapa Dua. Pada saat kapal naik galangan *electric zinc anode rusak*. Sehingga tidak dapat digunakan dan diperbaiki karena tidak adanya suku cadang dan sudah parahnya kerusakan.

Selain itu penulis mendapati bahwa hampir seluruh bagian lunas dan daun kemudi kapal yang terendam air laut didapati teritip yang menempel. Sesuatu hal yang normal jika bagian bawah kapal terkena teritip, namun banyak dan besarnya ukuran teritip yang menempel pada kapal karena tidak sesuai pemasangan zinc anode yang terpasang di lunas kapal. Selain tidak sesuai pemasangannya, yang menyebabkan besar dan banyaknya jumlah teritip yang menempel diakibatkan karena kurangnya kualitas *zinc anode* yang dipasang. Hal tersebut menyebabkan kerugian ekonomi akibat penurunan kecepatan dan biaya yang lebih tinggi untuk bahan bakar dan biaya perawatan lambung kapal. Serta menyulitkan pihak *docking* dalam melakukan pembersihan dan perawatan kapal. Hal tersebut menjadi salah satu faktor yang memperlambat proses *docking*.

Faktor lain yang memperlambat proses *docking* yaitu kurang optimalnya perawatan dalam mengatasi korosi dan teritip yang dilakukan oleh pihak galangan. Hal tersebut disebabkan karena kurangnya pengawasan dari pihak kapal serta kurangnya pemahaman awak kapal mengenai kegiatan *docking*. Dampak dari keterlambatan tersebut mengakibatkan biaya operasional semakin besar dan merugikan pihak perusahaan. Dengan permasalahan yang terjadi, maka penulis ingin melakukan kajian terhadap masalah dan menyusun skripsi dengan judul:

**“ ANALISIS PEMASANGAN ZINC ANODE DALAM
MENGOPTIMALKAN PENGAWASAN DAN PERAWATAN GUNA
MENGATASI KOROSI DAN TERITIP PADA LUNAS KAPAL
MT FALCON 18“**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas dan banyaknya permasalahan yang sering terjadi saat *docking* dikapal maka identifikasi masalah yang penulis dapat antara lain :

1. Banyaknya teritip yang menempel pada lunas kapal.
2. Rusaknya *electric zinc anode/ ICCP(Impressed Curent Cathodic Protection)* sehingga tidak berfungsi di kapal
3. Kurangnya kualitas *zinc anode* yang digunakan di kapal.

4. Tidak sesuainya pemasangan *zinc anode* yang terpasang di lunas kapal.
5. Kurangnya pengawasan dari pihak kapal saat pelaksanaan docking.
6. Kurang optimalnya perawatan dalam mengatasi korosi dan teritip saat *docking* oleh pihak galangan.

C. Batasan Masalah

Mengingat betapa kompleksnya permasalahan yang tercakup dan terjadi di atas kapal maka dalam pembahasan skripsi ini penulis hanya akan membatasi masalah pada:

1. Tidak sesuainya pemasangan *zinc anode* pada lunas kapal yang menyebabkan banyaknya teritip yang menimbulkan korosi.
2. Kurang optimalnya perawatan dan pengawasan pada lunas kapal saat pelaksanaan *docking*

D. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas yang telah penulis uraikan, maka dirumuskan permasalahan yang dihadapi penulis selama melakukan penelitian di kapal yaitu:

1. Bagaimana pemasangan *zinc anode* pada lunas kapal untuk mengatasi teritip yang dapat menyebabkan korosi?
2. Bagaimana mengoptimalkan perawatan dan pengawasan lunas kapal pada saat *docking* dalam mencegah teritip agar tidak menyebabkan korosi?

E. Tujuan Dan Manfaat Penyusunan Skripsi

1. Tujuan :

Untuk mempelajari, mengidentifikasi, menganalisa, dan mengevaluasi *zinc anode* yang terpasang pada lunas kapal, serta mengoptimalkan perawatan dan pengawasan yang diperlukan saat docking sehingga kejadian yang sama dapat dihindari dikemudian hari.

2. Manfaat :

a. Aspek Teoritis

Sarana untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh secara teoritis yang sedikit banyak akan menambah wawasan dan pengembangan pola pikir bagi penulis pribadi.

b. Aspek Praktis

Menjadi masukan kepada kapal dan perusahaan pelayaran dalam melaksanakan perawatan dan pengawasan saat melakukan *docking*.

F. Sistematika Penulisan Skripsi

Untuk dapat mempermudah dan memahami isi dari skripsi ini agar tidak terjadi kesalahan dalam penyusunan, maka skripsi ini disajikan dalam lima bab dan tiap bab terdiri dari sub bab-sub bab yang saling berkaitan, sehingga dapat mempermudah pembaca dalam memahami isi dari skripsi ini, adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis menjelaskan tentang latar belakang dari masalah yang terjadi di atas MT FALCON 18 yaitu tidak sesuainya pemasangan *zinc anode* pada lunas kapal serta alasan pemilihan judul, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penyusunan skripsi serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini dikemukakan tentang tinjauan pustaka yang menguraikan mengenai ilmu dan teori-teori yang terdapat dalam Pustaka, Pengertian-pengertian, dan kerangka pemikiran yang berisi bagian yang berasal dari berbagai teori yang relevan sehingga mendapatkan asumsi-asumsi penyelesaian masalah yang diangkat dalam skripsi ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini pada saat melaksanakan praktek kerja laut (prala) di MT FALCON 18 diuraikan tentang waktu dan tempat melakukan penelitian, teknik pengumpulan data, mengemukakan tentang metode yang digunakan penulis,

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang deskripsi data yang memuat tentang fakta yang terjadi di atas kapal saat melakukan praktek laut, analisis yang akurat tentang analisa data, alternatif pemecahan masalah yang telah di tentukan dan di akhiri dengan pemecahan masalah yang di pilih.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi kesimpulan dan saran dari keseluruhan skripsi. penulis menyimpulkan seluruh uraian dari awal sampai bab terakhir terhadap penelitian yang telah dibuat berdasarkan hasil analisis dan pembahasan serta asul-usul yang dikemukakan oleh peneliti dalam penyelesaian masalah yang di hadapi.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisi kutipan-kutipan tentang teori-teori yang relevan, serta pengertian dan definisi yang ada dalam skripsi ini. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pembaca dalam memahami isi dari skripsi ini yang berdasarkan dari buku publikasi, buku pedoman, referensi, website dan lain sebagainya.

1. Logam

logam berasal dari bahasa Yunani yaitu *Metallon*, metallon adalah sebuah unsur kimia yang siap membentuk ion kation dan memiliki sebuah ikatan logam. Bisa diibaratkan seperti kation pada awan elektron. Istilah logam seringkali digunakan untuk menyebut semua unsur yang lebih berat dari pada helium.

Jenis Logam yang dapat dimanfaatkan ada beberapa dapat dimanfaatkan dengan baik, baik itu yang berdiri sendiri sebagai bagian dari aloi atau campuran dari 2 buah logam maupun lebih dan zat lainnya. AloI dibuat agar dapat membuat logam yang memiliki sifat berbeda dari sebelumnya, dan juga supaya dapat dimanfaatkan secara maksimal. Beberapa jenis logam diantaranya sebagai berikut.:

- | | |
|----------------|-------------|
| a. Magnesium | g. Nikkel |
| b. Seng | h. Kuningan |
| c. Alumunium | i. Tembaga |
| d. Besi (baja) | j. Perak |
| e. Besi Cor | k. Emas |
| f. Timah | l. Platinum |

Sifat logam dikaitkan dengan ke elektro negatif, yaitu cenderung melepaskan elektron yang membentuk ion positif. Sehingga sifat logam tergantung pada

energi ionisasi. Ditinjau kembali berupa konfigurasi elektron, terhadap unsur-unsur logam cenderung melepaskan elektron, sedangkan unsur-unsur non logam cenderung menangkap elektron.

Sesuai dengan kecenderungan energi ionisasi dan keelektronegatifan, maka sifat logam-nonlogam dalam periodik unsur adalah:

- a. Dari atas ke bawah dalam satu golongan, sifat logam bertambah, sedangkan sifat nonlogam berkurang.
- b. Dari kiri ke kanan dalam satu periode, sifat logam berkurang, sedangkan sifat nonlogam bertambah.

Plat dikapal terbuat dari besi (baja) yang biasa disebut plat baja. Proses pembuatan plat baja ini melalui peleburan biji besi yang dipanaskan lebih dari 3000° dan dinginkan dengan sangat lambat. Berdasarkan standar Biro Klasifikasi: ABS, BKI, DNV, RINA, GL, LR, BV, NK, KR, CCS, dll terdapat 4 grade untuk plat baja kapal, Grade A yang bajanya berkualitas bagus, baik secara ketahanan dan ketebalan untuk kerangka bangunan kapal. Grade B jenis baja yang ringan yang mempunyai kualitas yang lebih bagus dari grade A. baja pada grade ini tebal platnya diperlukan untuk daerah kritis. Grade C, D, dan E memiliki kelenturan yang baik.

2. Teritip/ *Fouling*

Menurut website Wikipedia, (<https://en.wikipedia.org/wiki/Barnacle>). Teritip adalah *artropoda* yang merupakan anggota infrakelas *Cirripedia*, subfilum Crustacea. Hewan ini ditemukan disekitar laut dan cenderung menyukai perairan dangkal atau pasang yang bergelombang kuat. Cara mencari makannya adalah dengan menyaring plankton dan hewan ini melekat pada suatu objek. Tahap larvanya ada dua. Sampai saat ini tercatat 1.220 spesies teritip. "Cirripedia" adalah nama dari bahasa Latin, berarti "berkaki terlipat".

Dikutip dari website Britannica (<https://www.britannica.com/animal/barnacle>). Teritip biasanya menutupi dengan lempeng berkapur dan melekat ke batu, tumpukan, lambung kapal, kayu apung, atau rumput laut, atau ke tubuh makhluk laut yang lebih besar, dari kerang ke paus. teritip menjebak partikel-partikel

kecil makanan melalui *cirrus* (organ-organ yang bisa ditarik dan berbulu yang dibentuk secara metamorfosis) Teritip (ordo *Thoracica*, sekitar 800 spesies) memiliki enam pasang *cirrus* dan cangkang yang kurang lengkap. Teritip pada ordo ini biasanya terdapat pada kayu apung, bebatuan di pelabuhan, struktur pelabuhan, lunas kapal dan menyebabkan pembusukan kapal. Jenis-jenis teritipnya yaitu:

- a. *Goose barnacles*, bentuknya bertangkai.
- b. *Acorn barnacles*, bentuk cangkang simetrisnya cenderung berbentuk seperti tong atau bentuk kerucut.
- c. *Wart barnacles*, memiliki cangkang asimetris.

Bakteri dapat membentuk biofilm atau lendir. Organisme berkumpul di permukaan menggunakan hidrogel koloid air dan zat polimer ekstraseluler (EPS) (polisakarida, lipid, asam nukleat, dll.). Struktur biofilm biasanya kompleks. Pengotoran bakteri dapat terjadi dalam kondisi aerobik (dengan oksigen terlarut dalam air) atau anaerob (tanpa oksigen).

Dalam praktiknya, bakteri aerob lebih menyukai sistem terbuka, ketika oksigen dan nutrisi terus-menerus dikirim, seringkali di lingkungan yang hangat dan diterangi matahari. Sedangkan pengotoran anaerob lebih sering terjadi pada sistem tertutup ketika nutrisi mencukupi. Contohnya bakteri pereduksi sulfat atau bakteri pereduksi belerang yang menghasilkan sulfida dan sering menyebabkan korosi pada logam besi (dan paduan lainnya). Bakteri pengoksidasi sulfida (misalnya, *Acidithiobacillus*), disisi lain dapat menghasilkan asam sulfat dan hal tersebut yang membuat korosi.

Efek Teritip pada kapal besi maupun kapal kayu yaitu menyebabkan kerusakan pada struktur benda/ material itu sendiri. Untuk kapal besi, kapal kayu atau fiberglass, pengotoran yang tebal dapat menyebabkan kerusakan pada lambung bawah air dan akhirnya dapat menyebabkan kebocoran dan tergulingnya kapal tersebut. Teritip juga dapat menyebabkan kapal menjadi berat, sehingga permukaan kapal akan lebih rendah dari biasanya. Drag Teritip itu sendiri menyebabkan tarikan beban sehingga mengurangi kecepatan kapal serta meningkatkan konsumsi bahan bakar.

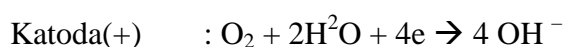
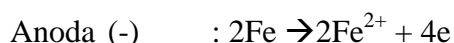
Teritip terjadi saat struktur atau kapal yang terendam secara terus menerus dalam kurun waktu tertentu. Teritip umumnya terjadi ketika kapal dalam kondisi stasioner (artinya tidak bergerak), sehingga untuk struktur atau bangunan yang terendam air secara terus menerus dengan tidak bergerak akan membuat tempat berkembang biak bagi organisme teritip dengan cepat, hal ini merupakan makanan dan tempat tinggal bagi organisme laut. Teritip tidak terjadi pada bawah lambung kapal saja tetapi dapat menyerang structure atau material lain yang terendam air secara terus menerus tanpa adanya pencegahan. Teritip dalam hal ini terjadi pada jetty, dermaga, struktur penopang bangunan dan lainnya.

3. Korosi

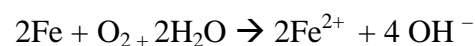
Korosi adalah proses, perubahan, atau kerusakan yang disebabkan oleh reaksi kimia kompleks yang merusak logam melalui reaksi dengan lingkungannya yang mengalami erosi kimia oleh oksigen. (Kamus Besar Bahasa Indonesia 2013:735).

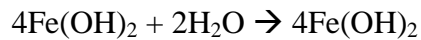
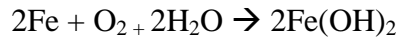
Korosi bisa juga didefinisikan sebagai proses pembusukan suatu bahan atau proses perubahan sifat suatu bahan akibat pengaruh atau reaksinya dengan lingkungan sekitarnya oleh karena itu korosi tidak dapat dicegah atau dihentikan sama sekali. Korosi merupakan proses kembalinya logam ke bentuk bijihnya, karena logam sebenarnya tidak stabil. Proses menjadi logam dibuat dengan temperature yang tinggi dan jika aliran arus energy tidak ada (selama logam dipakai) maka logam akan cenderung kembali ke bentuk bijinya sehingga semakin lama logam terkikis habis dan inilah terjadinya proses korosi.

Secara reaksi kimia, karat merupakan logam mengalami oksidasi sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. Karat logam umumnya adalah berupa oksida atau karbonat. Proses korosi terjadi karena potensial reduksi (E_{red}) besi lebih rendah daripada E_{red} disekelilingnya (udara dan air) sesuai reaksi



Sehingga reaksi menjadi :





Deret Volta:

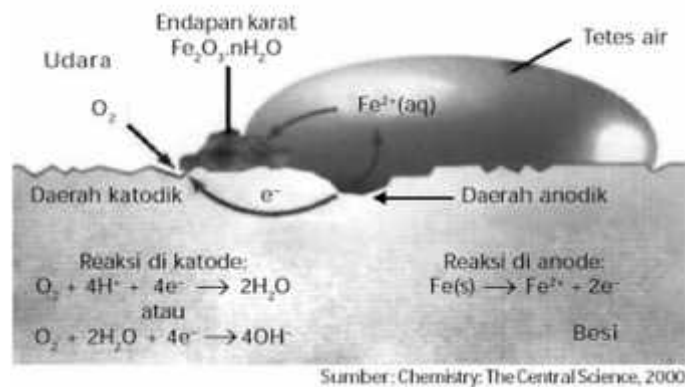
→ Lebih mudah tereduksi (oksidator) & E_{red} Semakin besar

Li K Ba Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

Lebih mudah teroksidasi (Reduktor) & E_{red} Semakin kecil ←

- ✓ Dari kiri ke kanan nilai E_{red} (potensial reduksi) semakin positif (+), mengalami reduksi (oksidator Kuat)
- ✓ Dari kanan ke kiri nilai E_{red} semakin negative (-) mengalami oksidasi (reduktor kuat)

Karena besi merupakan bahan utama untuk berbagai konstruksi, maka pengendalian korosi menjadi sangat penting. Untuk dapat mengendalikan korosi tentu harus memahami bagaimana mekanisme korosi pada besi. Seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah pada korosi besi, bagian tertentu dari besi itu berlaku sebagai anode, di mana besi mengalami oksidasi. Korosi dapat juga diartikan sebagai serangan yang merusak logam karena logam bereaksi secara kimia atau elektrokimia dengan lingkungan



Gambar 2.1

Proses Anode Mengalami oksidasi

Besi memiliki permukaan tidak halus akibat komposisi yang tidak sempurna, juga akibat perbedaan tegangan permukaan yang menimbulkan potensial pada daerah tertentu lebih tinggi dari daerah lainnya. Pada daerah anodik (daerah permukaan yang bersentuhan dengan air) terjadi pelarutan atom-atom besi

disertai pelepasan elektron membentuk ion Fe^{2+} yang larut dalam air. Karena korosi dapat mengubah struktur dan sifat-sifat logam, maka korosi cenderung merugikan. Diperkirakan sekitar 20% logam rusak akibat terkorosi setiap tahunnya.

4. Bentuk dan Jenis Korosi

Menurut website (<https://www.scribd.com/doc/22745657/Macam-macam-Korosi-Dan-Penyebabnya>) pada buku jenis karat dan penyebabnya yang penulis ketahui ada 2 faktor yang berpengaruh terhadap korosi yaitu yang berasal dari bahan itu sendiri dan dari lingkungan. Adapun penyebabnya sebagai berikut:

- a. Jenis karat yang terjadi melalui proses elektrokimia adalah antara lain: Karat atmosfer, Karat Galvanis, Karat arus liar, Karat air laut, karat tanah (*soil corrosion*), *oxygen concentration cell*, dan sejenisnya.
- b. Jenis karat melalui proses kimia antara lain karat pelarutan selektif, karat merkuri (*mercury corrosion*), karat asam (*acid corrosion*), karat titik embun (*dew point corrosion*), grafitisasi, dan lain-lain
- c. Jenis karat melalui kombinasi elektrokimia, kimia dan fisik antara lain : karat tegangan, korosi erosi dan lain-lain

Menurut Zaki Ahmad (2006:122). berbagai jenis korosi yang dapat terjadi antara lain :

a. *Uniform attack* (korosi seragam)

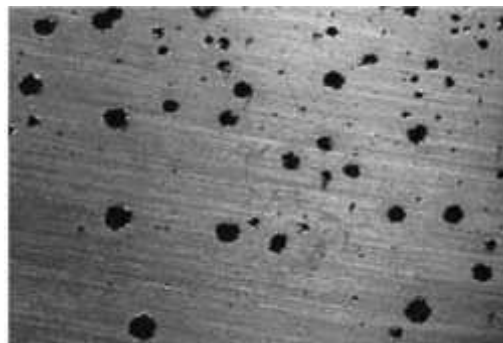
Korosi Seragam adalah korosi yang terjadi pada permukaan logam secara menyeluruh akibat reaksi kimia karena pH air yang rendah dan udara yang lembab, sehingga makin lama logam makin menipis. Biasanya ini terjadi pada pelat baja atau profil, logam homogen.



Gambar 2.2
Uniform Attack (Korosi Seragam)

b. *Pitting corrosion (korosi sumur)*

Korosi yang disebabkan karena komposisi logam yang tidak homogen yang dimana pada daerah batas timbul korosi yang berbentuk sumur. korosi lokal yang terjadi pada permukaan yang terbuka akibat pecahnya lapisan pasif. Terjadinya korosi sumuran ini diawali dengan pembentukan lapisan pasif dipermukaannya, pada antar muka lapisan pasif dan elektrolit terjadi penurunan pH, sehingga terjadi pelarutan lapisan pasif secara perlahan-lahan dan menyebabkan lapisan pasif pecah sehingga terjadi korosi sumuran. Korosi sumuran ini sangat berbahaya karena lokasi terjadinya sangat kecil tetapi dalam, sehingga dapat menyebabkan peralatan atau struktur patah mendadak



Gambar 2.3
Pitting corrosion (Korosi Sumur)

c. *Errosion Corrosion (korosi erosi)*

Korosi yang terjadi karena keausan dan menimbulkan bagian – bagian yang tajam dan kasar, bagian – bagian inilah yang mudah terjadi korosi dan juga

diakibatkan karena fluida yang sangat korosi dan dapat mengikis film pelindung pada logam. Faktor-faktor yang mempengaruhi Korosi ini biasanya terjadi pada pipa dan propeller.



Gambar 2.4

Errosion Corrosion (Korosi Erosi)

d. *Galvanis corrosion (korosi galvanis)*

Korosi galvanik disebut juga sebagai korosi dwilogam yang terjadi apabila dua logam yang tidak sama dihubungkan dan berada di lingkungan korosif. Salah satu dari logam tersebut akan mengalami korosi, sementara logam lainnya akan terlindung dari serangan korosi. Logam yang mengalami korosi adalah logam yang memiliki potensial yang lebih rendah dan logam yang tidak mengalami korosi adalah logam yang memiliki potensial lebih tinggi.



Gambar 2.5

Korosi Galvanis

e. *Stress Corrosion (Korosi Tegangan)*

Korosi tegangan terjadi disebabkan adanya tegangan tarik yang mengakibatkan menjadi retak. Hal tersebut terjadi karena butiran logam yang

berubah bentuk yang diakibatkan karena logam mengalami perlakuan khusus (seperti diregang, ditekuk dll.) sehingga butiran menjadi tegang dan butiran ini sangat mudah bereaksi dengan lingkungan.



Gambar 2.6

Stress corrosion (Korosi Tegangan)

f. *Crevice corrosion (korosi celah)*

Korosi celah mengacu pada serangan lokal pada permukaan logam yang berdekatan dengan logam lain diantaranya atau ada celah antara dua logam dan bahan non-logam yang dapat menahan korosi. Korosi terjadi karena perbedaan konsentrasi pada beberapa kandungan kimia seperti oksigen yang membentuk konsentrasi sel elektrokimia dan pH lebih tinggi sedangkan klorida lebih rendah.



Gambar 2.7

Crevice corrosion (korosi celah)

g. Korosi mikrobiologi

Korosi yang terjadi karena mikroba Mikroorganisme yang mempengaruhi korosi antara lain bakteri, jamur, alga dan *protozoa*. Korosi ini bertanggung

jawab terhadap degradasi material di lingkungan. Pengaruh inisiasi atau laju korosi di suatu area, mikroorganismenya umumnya berhubungan dengan permukaan korosi kemudian menempel pada permukaan logam dalam bentuk lapisan tipis atau biodeposit. Mikroba yang paling berperan dalam proses korosi adalah bakteri pengubah sulfat. Produk korosinya adalah sulfida yang berwarna hitam. Bakteri penyebabnya adalah *Desulfovibrio desulfuricans* yang mempunyai enzim hidrogenase adalah yang dapat melakukan depolarisasi.



Gambar 2.8
Korosi Mikrobiologi

h. *Fatigue corrosion* (korosi lelah)

Korosi ini terjadi karena logam mendapatkan beban siklus yang terus berulang sehingga semakin lama logam akan mengalami patah karena terjadi kelelahan logam. Korosi ini biasanya terjadi pada turbin uap, pengeboran minyak dan propeller kapal.



Gambar 2.9
***Fatigue corrosion* (korosi lelah)**

5. Faktor yang mempengaruhi korosi

Proses korosi air laut merupakan proses elektrokimia. Faktor –faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi pada besi dan baja dalam media air laut yaitu:

- a. Ion Klorida
- b. Kehantaran Listrik
- c. Oksigen
- d. Kecepatan Air Laut
- e. Temperature
- f. *Fouling* (Biologis)
- g. Terbentuknya Lapisan

6. Optimalisasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2013:986), Optimalisasi adalah berasal dari kata dasar optimal yang berarti terbaik, tertinggi, paling menguntungkan, menjadikan paling baik, menjadikan paling tinggi. pengoptimalan proses, cara, perbuatan mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi, dan sebagainya) sehingga optimalisasi adalah suatu tindakan, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu (sebagai sebuah desain, sistem, atau keputusan) menjadi lebih/sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif.

7. Perawatan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2013:1149) Kata perawatan diambil dari kata rawat yang artinya pelihara; urus; jaga. Sehingga perawatan artinya proses, cara, perbuatan merawat; pemeliharaan; penyelenggaraan; pembelaan.

Menurut Goenawan Danuasmoro pada buku Seri Perawatan Kapal (2003:4), perawatan kapal merupakan suatu cara untuk mempertahankan kondisi suatu alat dan menjaga agar tingkat kemerosotan kapal serendah mungkin, dengan tujuan, agar kapal (termasuk semua mesin/ alat/ fasilitas yang ada) dapat beroperasi dengan baik. Melalui perawatan kita mencari jalan bagaimana mengontrol atau memperlambat tingkat kemerosotan. Perawatan dapat diklasifikasikan dan ditujukan menjadi perawatan berencana dan insidental.

8. Tujuan Perawatan

Menurut Goenawan Danuasmoro (2003:7) salah satu tujuan perawatan adalah untuk mengurangi jumlah perawatan insidental yang akan mengurangi jumlah kerusakan dan off-hire. Ada dua jenis tujuan perawatan berencana:

- a. Perawatan pencegahan, Perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan.
- b. Perawatan korektif, Perawatan yang ditujukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah diperkirakan.

Menurut NSOS (2006 :42). Tujuan sistem perawatan adalah sebagai berikut:

- a. Untuk memperoleh pengoperasian kapal yang teratur serta meningkatkan keselamatan awak kapal dan peralatannya.
- b. Untuk membantu perwira kapal dalam hal merencanakan dan menata kegiatan dengan lebih baik, yang berarti meningkatkan kemampuan kapal dan membantu mereka untuk mencari sasaran yang telah ditentukan oleh manajer operasi
- c. Untuk memperhatikan jenis-jenis pekerjaan yang paling mahal dan menyangkut perawatan serta waktu operasi yang terpenting, sehingga sistem dapat dilaksanakan dengan teliti.
- d. Untuk melaksanakan pekerjaan secara sistematis dan ekonomis.
- e. Untuk menjamin kesinambungan pekerjaan perawatan, sehingga para perwira mengetahui apa yang sudah dikerjakan dan apa yang masih belum dikerjakan.
- f. Untuk memberikan informasi yang diperlukan bagi keperluan pendidikan dan latihan
- g. Untuk menjamin fleksibilitas sehingga dapat dilaksanakan di kapal meskipun organisasi dan awak berbeda
- h. Untuk fasilitasi perencanaan perawatan dan perbaikan.

Salah satu tujuan dalam pelaksanaan perawatan adalah agar sesuai dengan klasifikasi yang telah ditetapkan oleh biro klasifikasi daerah setempat. Menurut Biro Klasifikasi Indonesia (2006) bahwa fungsi biro klasifikasi adalah:

- a. Untuk mensurvey dan mengkelaskan kapal berdasarkan suatu penelitian dan pembuktian persyaratan konstruksi maupun permesinan kapal yang dimana dijadikan jaminan bagi pihak-pihak tertentu yang mempunyai kepentingan muatan ataupun asuransi
- b. Memeriksa kesempurnaan dan kelayakan kapal
- c. Menetapkan persyaratan bagi pembangunan dan kelengkapan kapal
- d. Menentukan konstruksi kapal masih layak digunakan atau tidak
- e. Mengeluarkan sertifikat kelas, load line, klasifikasi lambung dan mesin

9. Syarat Klasifikasi

Kapal yang berbendera Indonesia wajib untuk mengikuti syarat klasifikasi untuk layak laut dan mendapat pengakuan dari BKI. Syarat untuk klasifikasi yaitu setiap kerusakan yang merugikan kondisi kapal dimana kapal yang bersangkutan harus segera dilaporkan untuk segera diperbaiki dan jika kapal tidak mengalami kerusakan pihak pemilik kapal harus melaksanakan survey secara berkala, yaitu:

a. *Annual Survey*

Merupakan jenis survey yang dilakukan setiap satu tahun sekali. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa lambung kapal, alat-alat penutup/ kekedapan kapal, dan peraturan keselamatan dijaga dalam kondisi yang baik selama periode *Renewal Class/* pembaharuan kelas. *Annual Survey* ini juga merupakan item survey yang diakui oleh syahbandar yang dikuasakan kepada surveyor kelas untuk menilai kelayakan kapal dalam rangka penerbitan Sertifikat Keselamatan Konstruksi. Selain itu juga survey tahunan lambung dilakukan dengan survey tahunan permesinan dan kondisi kapal yang akan disurvey harus dalam kondisi tidak bermuatan.

Jatuh tempo survey tahunan adalah setiap tahun pada tanggal kapal tersebut dilakukan pengelasan. Survey dapat dilakukan dalam periode yang terbentang dari 3 bulan sebelum sampai 3 bulan setelah tanggal jatuh tempo.

b. *Intermediate Survey*

Setelah survey tahunan yang dilakukan oleh pemilik kapal, ada jenis survey lain yang wajib dilakukan oleh pemilik kapal yaitu *intermediate*

survey. *Intermediate survey* merupakan jenis survey yang dilakukan setiap diantara dua sampai tiga tahun sekali untuk kapal berlayar setelah melakukan *annual survey* pada tahun sebelumnya. *Intermediate survey* ini juga merupakan item survey yang diakui oleh syahbandar yang dikuasakan kepada Surveyor kelas untuk menilai kelayakan kapal dalam rangka penerbitan Sertifikat Keselamatan Konstruksi. Selain itu juga survey tahunan lambung dilakukan dengan survey tahunan permesinan dan kondisi kapal yang akan disurvey harus dalam kondisi tidak bermuatan. Untuk tanggal kadaluwarsa *intermediate survey* adalah :

- 1) Survey menjadi kadaluwarsa setelah 2½ tahun dari dimulainya periode pengelasan (saat *commissioning* mengacu pada Pembaharuan Kelas). Tanggal kadaluwarsa dihitung dari tanggal dimana periode kelas saat ini akan memenuhi 2½ tahun validitasnya. Survey bisa dilakukan pada kesempatan diantara *annual survey* ke-2 dan ke-3.
- 2) *Docking Survey* (jika diperlukan) yang dilakukan sebelum tanggal jatuh tempo untuk periode survey, bisa diakui sebagai *Survey Intermediate* sepanjang jangka waktu interval antara *Docking Survey* yang diakui tersebut terhadap *Docking Survey* berikutnya tidak lebih lama dari 36 bulan.

c. *Renewal Survey / Spesial Survey* (survey pembaruan kelas)

Survey pembaruan kelas dikenal dengan *Special Survey (SS)* yaitu survey yang dilaksanakan setiap lima tahun sekali (setiap berakhirnya masa berlaku sertifikat klasifikasi) dan dilaksanakan diatas dok. Survey pembaruan kelas untuk lambung, instalasi mesin, termasuk instalasi listrik dan perlengkapan khusus yang dikelaskan harus dilaksanakan pada akhir periode kelas. Survey pembaruan kelas dapat dimulai pada survey tahunan keempat dan harus selesai dilaksanakan secara lengkap pada akhir periode kelas.

10. Penedokan (*Docking*)

Kementerian Perhubungan (Kemenhub) menerbitkan aturan terbaru mengenai docking kapal berbendera Merah Putih yang menggantikan aturan lama guna merespon desakan dunia usaha, khususnya industri pelayaran. Kegiatan docking

sebelumnya diatur berdasarkan Keputusan Dirjen Perhubungan Laut No.PY.67/1/3-93 tentang jadwal pelimbugan atau Pengedokan kapal Indonesia. Berdasarkan aturan tersebut, maka semua jenis kapal wajib melakukan survey berkala. Aturan tersebut kemudian diubah dengan Keputusan Dirjen Laut No.HK.103/1/4/DJPL-14 tentang Pengedokan (Pelimbugan) kapal berbendera Merah Putih. Aturan baru ini di tekan Dirjen Perla Capt. Bobby Mamahit pada 30 Januari 2014. Berdasarkan aturan terbaru itu maka setiap kapal wajib melakukan *Special Survey* (survei pembaruan) dan *Intermediate Survey* (survei antara). Pada aturan terbaru, kapal penumpang wajib melakukan pemeriksaan atau docking setiap tahun, sama seperti aturan sebelumnya.

Pengertian pengedokan adalah, suatu proses memindahkan kapal dari air/ laut ke atas dock dengan bantuan fasilitas pengedokan yang dipergunakan untuk perbaikan kapal maupun pembangunan kapal baru. Biasanya dock kapal hanya berfungsi untuk perawatan kapal, sedangkan galangan biasanya untuk pembangunan kapal baru. Tetapi dalam pelaksanaannya dock dan galangan dapat untuk perbaikan kapal dan juga dapat untuk pembangunan kapal baru. Ada berbagai macam jenis pengedokan dalam suatu galangan kapal, yaitu dok lapangan (*building berth*), dok tarik (*slipway*) dan *floating dock*.

a. Dok Luncur (*Slipway*)

Dok luncur (*Slipway*) adalah fasilitas pengedokan kapal dengan cara medudukan kapal diatas kereta yang disebut *trolley* dan menarik kapal tersebut dari permukaan air dengan mesin derek dan tali baja melalui suatu rel yang menjorok masuk kedalam perairan dengan kecondongan tertentu sampai ketepi perairan yang tidak terganggu oleh pasang surut dari air laut. Dok ini merupakan peralatan di tepi perairan yang digunakan untuk menaikkan kapal yang akan diperbaiki melalui rel dan pertolongan keret serta dengan beberapa penggeserannya. *Slipway* tergantung kedudukan kapal terhadap rel terbagi atas *slipway* melintang dan *slipway* memanjang.

b. Dok Lapangan (*Launching way*)

Dok Lapangan (*Launching way*) merupakan tipe dok kapal yang paling sederhana, kadang-kadang tidak memiliki fasilitas bangunan diatasnya. Pada

umumnya dok lapangan terletak di tepi laut difungsikan untuk pembangunan kapal baru dengan ukuran terbatas dan *launching* kapal. Jenis dok ini juga digunakan untuk perbaikan kapal-kapal yang memiliki ukuran tidak terlalu besar. Pengedokan ini dengan menggunakan bantuan air bag dan mesin derek (*derrick*) untuk menarik agar kapal dapat naik dengan sempurna, kemudian setelah kapal naik dok lapangan dipasang ganjal-ganjal sesuai docking plan.

c. Dok apung (*Floating Dock*)

Dok apung (*Floating Dock*) adalah suatu bangunan konstruksi dilaut yang digunakan untuk Pengedokan kapal dengan cara menggelamkan dan mengapungkan dalam arah vertikal. Konstruksi ini umumnya terbuat dari baja dan plat, dimana sumber listrik penyuplinya dapat digolongkan menjadi dua yaitu, suplai listrik dari darat dan dari *floating*-nya sendiri. Salah satu hal yang paling dari *floating dock* ini adalah kemampuannya untuk mereparasi pontonnya sendiri (*self docking*). Dok apung dilengkapi dengan crane, pompa-pompa air, *valve-valve*, perlengkapan tambat serta perlengkapan reparasi kapal lainnya.

11. Reparasi Kapal

Umumnya reparasi menyangkut tiga hal yaitu badan kapal, permesinan kapal, dan *outfitting*. Dari ketiga hal tersebut biasanya dilakukan perbaikan untuk komponen yang masih bisa digunakan atau dilakukan penggantian bagi komponen yang benar-benar sudah tidak memenuhi rules dan regulation. Salah satu hal yang riskan dalam reparasi dan menjadi sasaran wajib pada repair list adalah perawatan bagian kapal di bawah garis air.

a. *Replating* (pergantian pelat)

Replating atau pergantian pelat merupakan suatu proses dimana kapal melakukan pergantian pelat baru untuk menggantikan pelat lama yang telah mengalami penipisan pelat yang diakibatkan oleh batas maksimum usia suatu pelat dan korosi terhadap air laut yang perlu dilakukan perbaikan secara berkesinambungan untuk mempertahankan bagian-bagian kapal. *replating* tidak sembarangan karena harus sesuai aturan-aturan yang dikelaskan dalam standar dan untuk mereparasi pelat harus mengetahui

batas maksimum suatu pelat yang wajib diganti. Menurut BKI untuk toleransi pelat yang wajib diganti yaitu 20% dari tebal pelat awal.

b. Coating (pengecatan)

Menurut buku *Corrosion Prevention and Protection Practical Solution*, *Coating* atau pengecatan adalah sebuah pelapisan yang diterapkan pada permukaan suatu benda yang berfungsi sebagai dekoratif dan media anti korosi yang melindungi permukaan benda semacam pipa – pipa pada pabrik maupun pada badan kapal. Cat juga dapat diartikan sebagai cairan yang dapat dioleskan pada suatu permukaan dan setelah mengering akan membentuk suatu lapisan yang tipis kering, lapisan berkohepsi dengan daya lekat yang baik pada permukaan. Terdapat 3 komponen dasar di dalam liquid coating, yaitu pigment, binder, dan solvent. Pada dasarnya cat pelapisan pada kapal terdiri dari:

1. Primer

Primer adalah komponen yang paling penting dari sistem pelapisan. Cat primer merupakan dua komponen yaitu dengan tambahan curing agent. Jenis cat primer yaitu *pure epoxy*. Sebagai pelapis pertama primer bisa bersifat penghambat, tahan atau katodik, karena memiliki fungsi:

- a) terikat kuat pada media.
- b) tahan terhadap lingkungan korosif dan menekan korosi.
- c) memberikan adhesi yang baik untuk perantara

2. Intermediate coat (Sealer)

Cat lapis penebal agar kedap air atau untuk menciptakan ketebalan tertentu harus dapat melekat dengan baik pada lapisan primer dan dapat menerima lapisan finish *coating*. Cat ini memiliki sifat rekat kuat dengan cat primer dan cat finish. Sealer merupakan cat dua komponen yaitu dengan tambahan curing agent. Jenis cat ini yaitu *vynil epoxy*.

3. Top coat/ Finish coat

Cat lapis akhir sebagai pelindung paling luar menonjolkan warna sebagai estetika atau signal harus dapat melekat dengan baik terhadap lapisan

intermediate dan beberapa lapis finish coat di atasnya yang setara atau sejenis.

Ini merupakan pertahanan pertama terhadap kimia yang agresif, air, ataupun lingkungan yang berfungsi sebagai barrier pertama dalam *coating* sistem. *Finish coat* lebih padat dibandingkan *intermediate coat* karena jumlah pigmentnya lebih kecil. Adapun fungsi dari *coating* sistem *finish coat*, yaitu:

- a) Sebagai lapisan penyekat dalam sistem coating,
- b) Membentuk lapisan pertahanan pertama terhadap lingkungan,
- c) Memberikan ketahanan terhadap chemical, air, dan cuaca,
- d) Membuat permukaan menjadi tangguh dan tahan aus,
- e) Memberikan keindahan.

4. Anti Fouling

Cat ini berfungsi untuk memberikan perlindungan pada permukaan badan dan lambung kapal dari biota laut yang menempel. Cat *anti fouling* mengandung senyawa *cuprus* yang membuat *marine growth* tidak menempel di permukaan cat. Cat ini merupakan satu komponen.

Setelah mengetahui lapisan cat yang digunakan dalam proses *coating*, maka selanjutnya dilakukan proses *surface preparation* (persiapan permukaan) dan *paint preparation* (persiapan cat).

1. Surface preparation

Kegunaan utama *surface preparation* untuk menghilangkan kontaminasi atau pencemaran dari dasar menghapus oksida metal, sisa-sisa *coating* lama yang melekat erat, bahan kimia, kotoran, mikrobiologisme dan sebagainya. Pengeluaran dari material kontaminasi ini akan membuat lapisan primer dapat kontak langsung dengan bidang ini sehingga menghasilkan perekatan yang maksimal. Hal tersebut kat kekasarannya sehingga membuat *coating* dapat melekat secara efektif. Tingkat kekasaran sangat penting, karena tingkat kekasaran akan sangat berpengaruh terhadap daya lekat *coating* terhadap logam yang akan

dilapisi. Ketika permukaan suatu material dikasari, maka akan terjadi peningkatan titik-titik kimia yang ditandai dengan peningkatan ikatan kimia. Hal tersebut diakibatkan oleh partikel abrasif yang mengasari permukaan. Jika partikel abrasif memiliki sudut yang lebih kecil, permukaan material akan jauh lebih kasar jika dibandingkan dengan material yang dikasari dengan partikel abrasif yang memiliki sudut lebih besar. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempersiapkan permukaan, yaitu dapat dilakukan dengan :

a. Penyekrapan

Pembersihan dilakukan secara mekanis dengan cara penyekrapan yang menggunakan sekrap baja hal tersebut biasa disebut penyekrapan, alat yang digunakan semacam pisau pipih yang tajam pada ujungnya dan tangkainya menggunakan kayu. Pembersihan ini biasanya dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia.

b. Pembersihan dengan *water jet cleaning*

Pembersihan ini dilakukan dengan menggunakan air bertekanan tinggi yang disemprotkan melalui nozel. Semprotan air yang bertekanan tinggi ini didapat dari pompa bertekanan, lebih tinggi kemampuan pompa makin baik kemampuan pembersihannya. Air yang dipakai harus menggunakan air tawar, karena tidak saja baik terhadap pompanya sendiri tetapi binatang – binatang laut akan lebih mudah terlepas. Pompanya dapat digerakkan oleh motor diesel atau motor listrik, dan pompa ini diletakkan diatas kereta yang beroda sehingga mudah dibawa ketempat – tempat yang diperlukan.

c. *Sandblasting*

Sandblast merupakan tahap kedua dalam pembersihan lapisan permukaan kapal setelah melakukan penyekrapan/ atau *waterjet cleaning*. *Sandblasting* dilakukan pada seluruh permukaan kapal yang menggunakan tenaga mesin bertekanan tinggi dengan campuran pasir silica dan *silicon carbide* yang bertujuan untuk membersihkan permukaan material yang menempel dengan cara

menembakan media abrasif ke suatu permukaan material sehingga menimbulkan gesekan atau tumbukan. Hal ini bertujuan untuk membersihkan dan menciptakan kekasaran pada permukaan material sehingga cat lebih melekat dan produk tersebut akan lebih tahan terhadap korosi. Tingkat kekasaran dapat disesuaikan dengan ukuran butiran serta tekanannya, sedangkan untuk tingkat kebersihan disesuaikan dengan standar sehingga membuat permukaan material rata dan halus.

d. *Paint preparation*

Paint preparation merupakan tahap persiapan sebelum dimulai proses painting yang dilakukan anatara lain

- 1) Persiapan peralatan pengecatan dan perlengkapannya. Peralatan yang digunakan sama dengan pada proses *sandblasting* hanya saja *sand pot* yang merupakan tempat abrasive material diganti dengan *paint pot* sebagai tempat cat. Dalam *paint potter* dapat *mixer* yang berfungsi untuk menjaga agar cat tidak menggumpal. Alat yang digunakan untuk menyemprotkan cat ke permukaan disebut dengan *spray gun*.
- 2) *Mixing* adalah proses penyampuran cat dengan *curing agent*. *Curing agent* adalah cairan yang bersifat perekat namun memiliki fungsi sebagai pengencer. Jika hasil campurannya kurang sesuai dapat ditambahkan *thinner*.

e. *Paint application*

Setelah proses pengecatan selesai harus dilakukan pemeriksaan terhadap hasil pengecatan, terutama pada ketebalan dari cat apakah sudah sesuai dengan standar yang diminta, kondisi pengecatan dapat berupa dalam kondisi basah atau kering. Alat yang digunakan adalah *Dry film thickness* dan *Wet film thickness*.

12. Pencegahan Korosi

Cara yang umum dilakukan untuk mengendalikan korosi adalah dengan memberikan lapisan yang tidak tembus, kedap air atau kedap udara. Sebelum memberikan lapisan ini maka harus diusahakan permukaan besi tersebut bersih dan kering. Yang dimaksud ialah agar besi tersebut terbebas dari sisik besi, karat, garam-garaman dan kotoran lainnya. (Capt. Istopo, 1979:2)

Menurut buku *Corrosion Prevention and Protection Practical Solution*, terdapat 3 cara utama dalam cara penanggulangan terhadap korosi antara lain:

a. Melapis permukaan lunas kapal dengan cat *coating anti-fouling*

Dalam memilih pelapis, yang perlu diperhatikan adalah kondisi struktur yang akan dilapisi serta lingkungan yang akan dihadapi. Biasanya lapisan cat yang ketebalannya 0.1 mm diharapkan mempunyai umur yang panjang dan akan membatasi masuknya udara, butur-butir air dan ion-ion agresif permukaan logam. Pada dasarnya, Oksigen atau air akan berhasil mencapai permukaan logam sehingga lapisan cat tidak mampu menghalangi reaksi katoda.

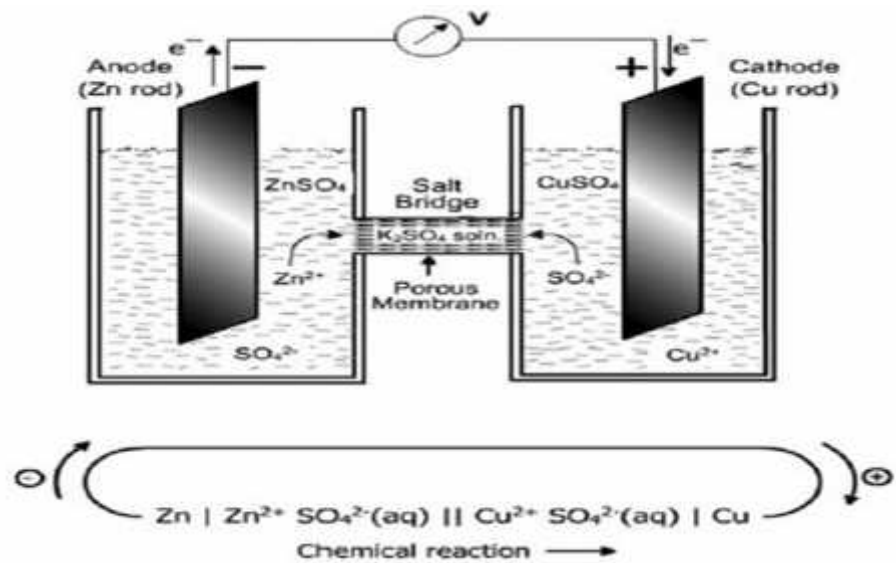
b. Membuat sistem perlindungan

Menurut buku *Corrosion Prevention And Protection*, pada dasarnya sistem proteksi merupakan kontrol korosi secara elektrokimia yang bereaksi terhadap galvanis pada daerah tertentu untuk menekan dan mencegah proses korosi. Terdapat 3 jenis sistem perlindungan lambung kapal yaitu:

1. Sistem Pengorbanan Anoda (*Sacrificial Anode*)

Sistem ini juga dikenal juga dengan galvanic anode. Prinsip dasarnya adalah dengan menciptakan sel elektrokimia galvanic dimana dua logam yang berbeda dihubungkan secara elektrik dan ditanam dalam elektrolit alam (tanah atau air). Dalam sel logam yang berbeda tersebut, logam yang lebih tinggi dalam seri elektromotive-Emf series (lebih aktif) akan menjadi anodic terhadap logam yang kurang aktif dan terkonsumsi selama reaksi elektrokimia. Logam yang kurang aktif menerima proteksi katodik pada permukaannya karena adanya aliran arus melalui elektrolit dari logam yang anodic. Prinsip anoda mengacu pada deret volta yaitu logam

pelindung (anoda) harus disebalah kiri dari logam yang dilindunginya (katoda).



Gambar 2.10.

Sel korosi Sederhana

$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^{-}$	Oxidation reaction
$2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2$	Reduction reaction
$2\text{H}^{+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$	Net reaction
$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-}$	Oxidation reaction
$2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{H}_2$	Reduction reaction
$2\text{H}^{+} + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$	Net reaction

Tabel 2.1.

Hasil reaksi reduksi gas hydrogen

Perlindungan yang akan diberikan oleh seng akan luar biasa seandainya logam tersebut dapat dilarutkan dengan laju yang kurang-lebih konstan. Seng murni yang tersedia di pasaran, terkorosi di air laut sambil membentuk selapis kulit kedap air yang sangat membatasi keluaran arusnya. Diantara bahan-bahan pengotor seperti besi, tembaga dan timbal; yang paling menimbulkan efek merusak pada anoda adalah besi. Kelarutannya dalam seng sedemikian rendah (<0.0014%) sehingga apabila berlebih maka kelebihan-kelebihan itu akan berupa partikel-

partikel terpisah. Hal ini pada gilirannya akan membentuk sel galvanik lokal yang menghasilkan suatu lapisan seng hidroksida/seng karbonat yang tidak dapat larut dan tidak menghantarkan listrik; yang akhirnya menjadikan anoda tidak efektif (Trethewey, 1991).

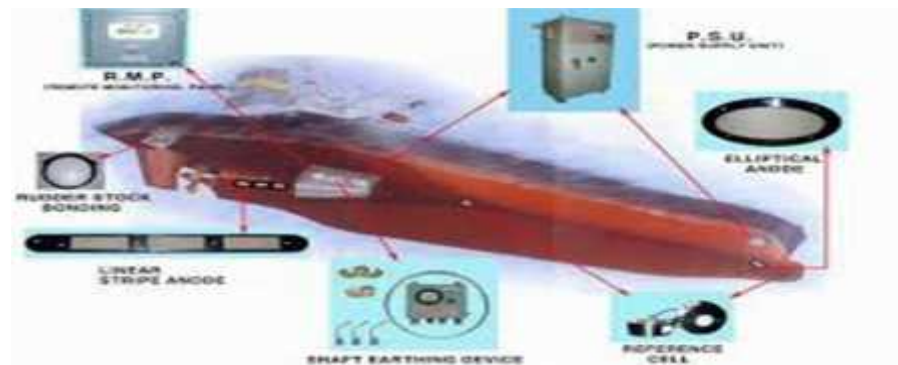
Tentu saja, beberapa korosi dari besi masih mungkin terjadi. Terjadi atau tidak, tergantung pada ukuran relatif dari elektroda seng dan besi. Beberapa reduksi ion hidrogen menjadi gas nya mungkin masih terjadi pada anoda seng. Anoda adalah elektroda di mana reaksi oksidasi logam terjadi, sedangkan katoda adalah elektroda tempat terjadinya reaksi reduksi. Semua sistem proteksi katodik membutuhkan anoda, katoda, sebuah sirkuit listrik antara anoda dan katoda, dan larutan elektrolit.

2. Sistem Impressed Current Cathodic Protection (ICCP)

Sistem ICCP atau biasa disebut dengan sistem arus tanding menggunakan anode yang dihubungkan dengan sumber arus *DC* (Jika menggunakan arus *AC* harus ada *Rectifier* sebagai penyearah arus) dan katoda inert yang tidak habis terkikis.. Anode ini dapat berbentuk batangan tubular atau pita panjang dari berbagai material khusus. Material ini dapat berupa *high silikon cast iron* (campuran besi dan silikon), grafit, campuran logam oksida, platina dan niobium serta material lainnya.

Metode ICCP harus dihubungkan dengan arus listrik *DC*, jika arus listrik nya *AC* maka harus dihubungkan dengan *rectifier* (penyearah arus) karena fungsi dari sumber listrik *DC* ini adalah untuk mengarahkan elektron yang teroksidasi dari anode menuju ke logam yang dilindungi sehingga logam tersebut tidak mudah untuk teroksidasi (korosi) karena kehilangan elektronnya. Dimana kutub negatif dihubungkan ke struktur yang dilindungi (katoda) dan kutub positif dihubungkan ke yang melindungi (anoda) karena tidak ada reaksi oksidasi. Arus listrik mengalir dari anoda melalui aliran elektron ke permukaan struktur, dengan adanya penambahan elektron di anoda menyebabkan anoda yang semula melepas elektron berubah menjadi penerima elektron yang dipaksa bertindak menjadi katoda sehingga reaksi oksidasi tidak terjadi.

Dengan keluaran arus dari anoda ini maka anoda tersebut terkonsumsi. System arus tanding digunakan untuk melindungi struktur yang besar atau yang membutuhkan arus proteksi yang lebih besar dan dipandang kurang ekonomis jika menggunakan anoda korban. Sistem ini dapat dipakai untuk melindungi struktur baik yang tidak dicoating, kondisi coating yang kurang baik maupun yang kondisi coatingnya baik.



Gambar 2.11

Sistem Arus Tanding/ Sistem Impressed Current Cathodic Protection (ICCP)

c. Membuat penambahan inhibitor

Secara umum suatu inhibitor adalah suatu zat kimia yang dapat menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia. Sedangkan inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan kedalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam. Mekanisme penghambatannya terkadang lebih dari satu jenis.

Daya inhibisi dari suatu senyawa organik terhadap korosi pada logam bergantung pada kemampuannya melepas elektron, jumlah elektron yang tidak berpasangan, kabut elektron, sistem cincin aromatik, atau jenis grup fungsional yang mengandung unsur-unsur grup V dan VI dalam table periodik. Grup fungsional yang biasanya dipakai sebagai inhibitor adalah gugus hydroxi (-OH), epoxy (-C-O-C-), amine (-C-N-C-), amino (-NH₂), thiol (-C=S-), dan gugus fungsi lainnya terdapat dalam literatur. Polifenol dan asam amino merupakan contoh dari gugus fungsional yang biasanya digunakan

Perlindungan logam oleh polifenol dan asam amino terjadi melalui tiga mekanisme, yaitu adsorpsi secara fisika, adsorpsi secara kimia, dan pembentukan lapisan pada permukaan logam. Adsorpsi secara fisika berlangsung dengan cepat, karena interaksi elektrostatik antara permukaan logam yang memiliki charge positif dengan polifenol yang memiliki charge negatif, reaksi yang terjadi bersifat *reversible*. Adsorpsi secara fisika ini mudah terlepas akibat gangguan mekanis dan peningkatan temperatur. Sedangkan adsorpsi secara kimia bersifat lebih stabil, tidak sepenuhnya reversible, dan berlangsung dengan lambat. Semakin tinggi temperatur biasanya mengakibatkan peningkatan adsorpsi dan inhibisi. Adsorpsi secara kimia merupakan aktivitas transfer atau berbagi elektron antara polifenol atau asam amino dan permukaan logam, sehingga menentukan kemampuan inhibisi

Sejumlah inhibitor menghambat korosi melalui cara adsorpsi untuk membentuk suatu lapisan tipis yang tidak tampak dengan ketebalan beberapa molekul saja, ada pula yang karena pengaruh lingkungan membentuk endapan yang tampak dan melindungi logam dari serangan yang mengkorosi logamnya dan menghasilkan produk yang membentuk lapisan pasif, dan ada pula yang menghilangkan konstituen yang agresif. Terdapat beberapa jenis inhibitor, antara lain :

1) Passivating Inhibitor

Passivating Inhibitor adalah jenis inhibitor yang paling efektif dari seluruh inhibitor lainnya karena dapat melumpuhkan pengkaratan hampir secara menyeluruh, namun jenis inhibitor ini disebut sebagai inhibitor yang berbahaya, karena dalam kondisi tertentu justru akan mempercepat pengkaratan. Mekanisme dari inhibitor ini misalnya pada zat kromat, proses proteksi kromat pada permukaan baja terhadap serangan korosi adalah melalui terbentuknya formasi kombinasi antara adsorpsi (pengumpulan gas atau cairan di permukaan) dengan formasi oksida. Adsorpsi membantu polarisasi anoda sehingga memiliki potensial yang cukup untuk membentuk selapis tipis oksida ferrik yang terhidrasi dan melindungi baja. Karena film oksida tersebut tidak

tampak pada permukaan baja, peralatan yang dilapisi kromat tampak mengkilat walaupun berada dalam lingkungan yang agresif. Passivating inhibitor juga merupakan unsur pemercepat proses korosi apabila dalam keadaan konsentrasi rendah.

2) **Cathodic Inhibitor (Inhibitor Katodik)**

Cathodic inhibitor adalah pelambatan reaksi korosi dengan mempolarisasi reaksi katodik atau dengan cara menghambat salah satu tahap dari proses katodik, misalnya penangkapan gas oksigen (oxygen scavenger) atau pengikatan ion-ion hidrogen. contoh dari inhibitor katodik adalah hidrazin, tannin, dan garam sulfit.

3) **Green Inhibitor (Inhibitor Alam)**

Penelitian mendalam tentang green inhibitor atau inhibitor alam sangatlah penting untuk dilakukan. Jenis inhibitor ini memberikan keuntungan bagi dunia industri dikarenakan harganya yang relatif murah dan pengaplikasiannya yang ramah lingkungan. Efektifitas inhibitor ini sangat bergantung pada komposisi kimia yang dimilikinya, struktur, molekul, dan afinitasnya terhadap permukaan logam. Karena pembentukan lapisan merupakan proses adsorpsi, maka temperatur dan tekanan dalam sistem memegang peranan penting. Inhibitor organik akan teradsorpsi sesuai dengan muatan ion-ion inhibitor dan muatan permukaan. Reaksi yang terjadi pada green inhibitor contohnya adalah terjadi antara logam Fe^{2+} dengan media korosif air laut yang mengandung ion-ion klorida yang terurai dari NaCl, MgCl, KCl akan bereaksi dengan Fe dan diperkirakan menghasilkan . Jika ion klorida yang bereaksi semakin besar, maka yang dihasilkan akan semakin besar juga. Ion klorida pada reaksi tersebut akan menyerang besi (Fe) yang menyebabkan besi terkorosi menjadi : $+ \diamond$ dan reaksi antara dengan inhibitor ekstrak bahan alam menghasilkan senyawa kompleks. Pada umumnya senyawa-senyawa organik yang dapat digunakan adalah senyawa-senyawa yang mampu membentuk senyawa kompleks baik kompleks yang terlarut maupun

kompleks yang mengendap. Oleh karena itu diperlukan adanya gugus-gugus fungsi yang mengandung atom-atom yang mampu membentuk ikatan kovalen koordinasi, misalnya atom nitrogen, belerang, pada suatu senyawa tertentu. Produk yang terbentuk di atas mempunyai kestabilan yang tinggi dibanding dengan Fe saja, sehingga sampel besi atau baja yang diberikan inhibitor ekstrak bahan alam akan lebih tahan (terproteksi) terhadap korosi.

4) Vapor Phase Inhibitor (Inhibitor Uap)

Inhibitor bentuk uap adalah senyawa yang dialirkan di dalam sistem tertutup ke bagian yang terkena korosi dengan penguapan dari asalnya. Di dalam ketel uap, dasar senyawa yang mudah menguap (Volatil) seperti morpholine atau ethylene diamine dicampur dengan uap air untuk mencegah karat di dalam tube kondenser dengan menetralkan karbon dioksida yang bersifat asam. Senyawa jenis ini menghambat proses korosi dengan menciptakan suasana yang alkalin. Di dalam ruang uap yang tertutup seperti kontainer kapal, zat padat yang volatil seperti garam nitrit, karbonat dan benzoat dari dicyclohexilamine, cyclohexilamine dan hexylamethylene amine dipergunakan sebagai penghambat sarana proses korosi. mekanisme penghambatan korosinya tidak jelas namun yang pasti adalah bahwa bagian organik dari molekulnya sajalah yang memberi sifat volatilitas.

13. Perhitungan Permintaan Arus, Masa Anoda Korban & Jumlah Anoda

Korban yang dibutuhkan

a. Perhitungan permintaan Arus

$$I_t = A \times f \times i_c$$

Keterangan:

- I_t = kebutuhan arus proteksi
- A = area yang akan diproteksi,
- f = factor kerusakan lapisan
- i_c = factor desain arus densitas.

Sedangkan area individu atau area yang akan diproteksi, diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$A = (L + B) \times L \times p$$

Keterangan:

- Loa : Panjang keseluruhan kapal (m)
- T : Draft kapal (m)
- B : Lebar Kapal (m)
- P : Faktor, untuk kapal Tunda nilainya 0,85

faktor kerusakan pelapis dihitung dengan memperhatikan desain umur. desain umur sistem katodik proteksi melebihi dari sistem pelapis, f_c (rata – rata) mungkin dihitung menggunakan :

$$f = k_1 + k_2 \frac{t_f}{Z}$$

Keterangan:

- $k_1 = 0,02$ (Mengacu pada DNV RPB401)
- $k_2 = 0,015$ (Mengacu pada DNV RPB401)
- t_f = Umur proteksi= 3 Tahun (sesuai standar BKI)

b. Perhitungan masa anoda korban

Total masa anoda korban (M), dapat dihitung dengan rumus :

$$M = \frac{I_c \times T \times 8}{\mu \times e}$$

Keterangan:

- M = Berat anoda korban *Zinc Anode* (kg)
- I_c = Kebutuhan arus proteksi (Ampere)
- T = Umur proteksi (tahun),
= 3 Tahun(Peraturan BKI)
- μ = Faktor guna anoda korban, = 0,85
- e = *Electrochemical efficiency*(Ah/kg), = 700 untuk Zn

c. Perhitungan jumlah anoda yang dibutuhkan

$$\sum A = \frac{M}{W_A}$$

keterangan:

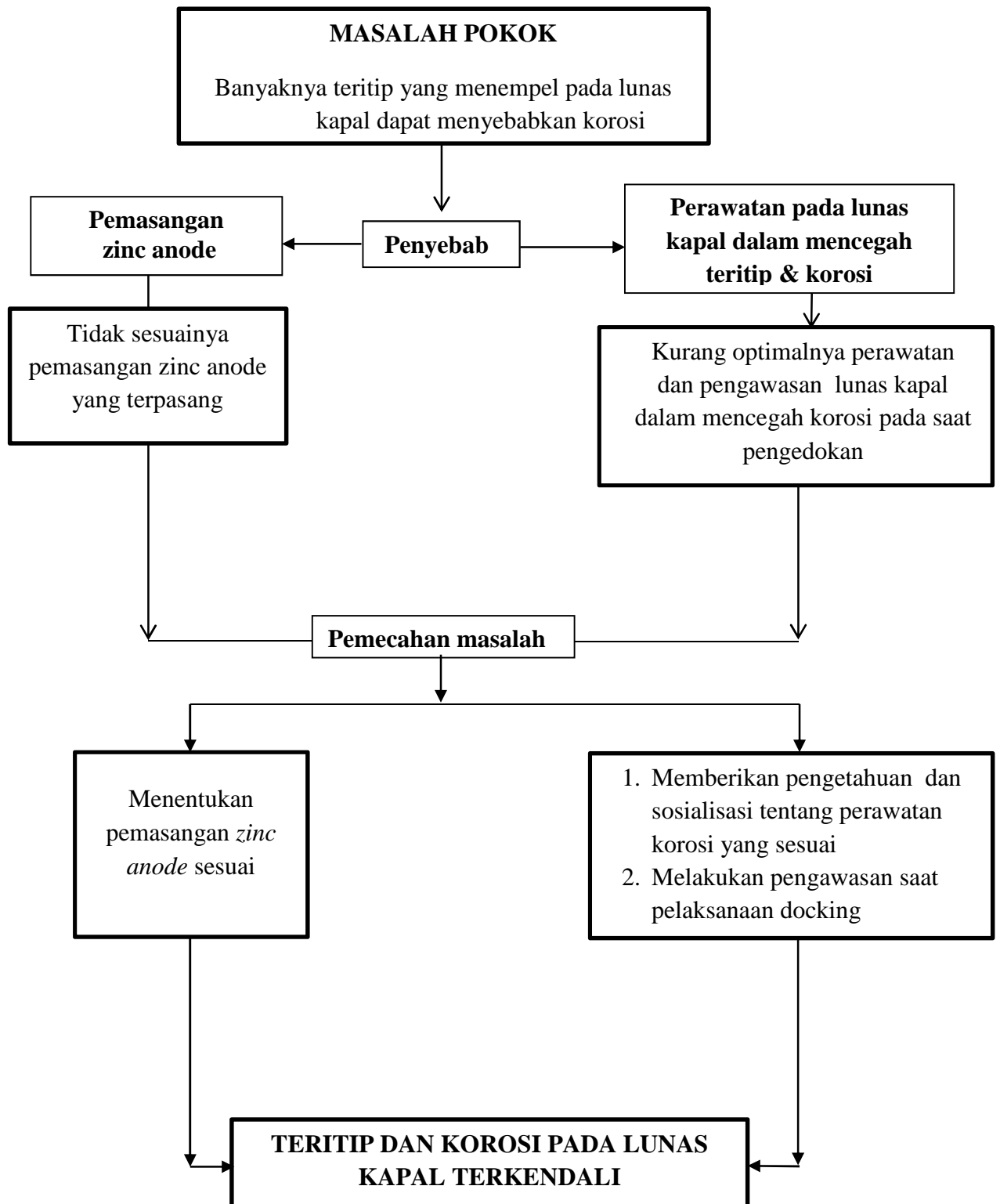
AK = Jumlah anoda korban

M = Berat anoda korban yang dibutuhkan

WAK = Berat per unit anoda korban

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Untuk memudahkan penulis ataupun pembaca dalam mempelajari skripsi ini, penulis membuat kerangka pemikiran dalam bentuk block diagram yang menjelaskan dan mengidentifikasi masalah yang dibahas sehingga secara teoritis akan terlihat keterkaitan antara permasalahan yang diteliti dengan teori-teori terkait yang akan mempermudah penulis dalam memecahkan masalah hingga ditemukan solusi.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan saat penulis melaksanakan praktek laut (prala) di atas kapal periode 2017-2018. Selama menjalani praktek kerja nyata atau praktek laut dengan posisi sebagai kadet dek, penulis mendapatkan pembelajaran dan pengalaman dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi di atas kapal, termasuk juga permasalahan yang berkaitan dengan korosi yang terjadi di atas kapal saat *docking*. *Docking* dilaksanakan dari tanggal 30 Januari 2018 hingga 28 Februari 2018.

2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama penulis prala di MT FALCON 18 dan saat kapal melaksanakan docking di Dock Yard Kelapa Dua, Bitung, Sulawesi Utara. Berikut penulis sajikan data dari MT FALCON 18. (*ships particular* terlampir)

B. METODE PENDEKATAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA

1. METODE PENDEKATAN

Teknik pendekatan yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah menggunakan metode deskriptif kualitatif. Menurut Sugiyono, metode yang digunakan untuk mengungkapkan kejadian atau fakta keadaan, fenomena, variable dan keadaan yang terjadi saat penelitian berlangsung dengan menyuguhkan apa yang sebenarnya terjadi. Penelitian yang menghasilkan data bersifat deskriptif berupa kata-kata atau lisan dari hasil yang didapat dalam pengamatan dan cenderung menggunakan analisis. Penelitian ditekankan pada aspek pemahaman secara mendalam terhadap suatu masalah yang dikaji secara kasus per kasus dan data yang dikumpulkan harus lengkap, data tersebut diperoleh dari subjek penelitian yang berkenaan dengan variabel sehingga

landasan teori yang ada dapat dijadikan sebagai bahan penjas dan berakhir dengan suatu teori.

2. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Untuk mendapatkan hasil penulisan yang baik, maka data dan informasi yang dipergunakan harus berdasarkan fakta, objektif serta dapat dipertanggung jawabkan sehingga penulisan ini dapat diolah dan disajikan menjadi gambaran dan pandangan yang benar. Adapun dalam penyusunan skripsi ini teknik pengumpulan data yang digunakan adalah :

a. Teknik Observasi

Teknik observasi adalah salah satu teknik pengumpulan data dengan cara mengamati, meninjau, dan menganalisa objek ataupun permasalahan yang akan diteliti secara langsung, sehingga data yang diperoleh bersifat objektif. Teknik observasi ini dapat dilakukan karena, penulis pada saat itu sedang melaksanakan praktek laut, yang sehari-harinya selalu mendampingi Perwira dalam usahanya menemukan solusi untuk memecahkan masalah yang dihadapi.

b. Teknik Komunikasi Langsung (Wawancara)

Selain melakukan observasi terhadap objek penelitian secara langsung di lapangan dalam mengumpulkan informasi, penulis juga melakukan wawancara langsung terhadap perwira dikapal yang ikut terlibat dalam permasalahan tersebut. Penulis melakukan wawancara dengan mewawancarai *Port Engine* dan *Chief Officer* dalam hal ini penanggung jawab saat pelaksanaan *docking* yang juga telah memiliki pengalaman saat pelaksanaan *docking*.

Penulis melakukan wawancara tidak secara formal, menanyakan secara spontan atau langsung apa yang ingin diketahui tanpa menggunakan daftar pertanyaan sewaktu bersantai di *mess room*. Penulis menanyakan seputar masalah yang terjadi di atas kapal mengenai banyaknya teritip yang menepel,

apa penyebab terjadinya dan bagaimana cara mengatasinya. Berdasarkan dari hasil wawancara ini penulis melaksanakan observasi secara mendalam dan seksama. (hasil wawancara terlampir)

c. Studi Dokumentasi

Studi dokumentasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mengambil data tambahan akan bukti dan teori yang berhubungan dan mendukung permasalahan yang akan dibahas.

d. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mengambil data tambahan akan teori dan bukti yang berhubungan dengan penyebab korosi dan teritip, dan bagaimana cara mencegahnya. Tujuan dari studi pustaka ini dilakukan untuk mendapat informasi-informasi mengenai permasalahan yang diteliti, dalam melaksanakan studi pustaka terdapat informasi yang diambil dari buku-buku yang ada di kapal dan perpustakaan.

Dalam menyusun skripsi ini diperlukan penggabungan antara teori-teori yang didapat dari referensi buku manual, jurnal, dan buku-buku dari perpustakaan dengan pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis.

C. SUBJEK PENELITIAN

Fokus penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah pada pelaksanaan perawatan pada lunas kapal dan kuantitas lempengan zinc anode yang terpasang di MT FALCON 18 yang memberikan peranan penting terhadap kegiatan operasional kapal nantinya. Selain itu pelaksanaan perawatan terhadap bagian kapal akan berdampak terhadap umur operasi kapal yang lebih lama dan terbebas klaim, apabila sewaktu-waktu dilaksanakan *survey* oleh pihak perusahaan dan badan registrasi.

D. TEKNIK ANALISIS

Dalam setiap penulisan tentunya di dapat berbagai data-data yang dijadikan sebagai sumber penulisan. Tetapi data-data tersebut harus dianalisa untuk mendapatkan hasil yang baik. Pada penulisan skripsi ini metode yang digunakan untuk

menganalisa data yang ada dalam skripsi ini adalah menggunakan metode analisis akar permasalahan (*root causes analysis*).

Analisa akar permasalahan adalah cara mengatasi masalah yang bertujuan untuk mengenali akar penyebab masalah atau kejadian. Akar masalah sangat penting diketahui untuk melakukan tindakan perbaikan dan pencegahan secara efektif. Untuk mengukur efektifitas tindakan perbaikan, tips berikut ini mungkin dapat dipakai sebagai acuan untuk menetapkan kriteria efektif:

1. tidak berulangnya kasus yang sama bisa diterapkan
2. tidak membutuhkan investasi yang sangat tinggi
3. fleksibel dengan komponen lainnya
4. mudah dievaluasi, dll

metode tersebut didasarkan berdasarkan pertanyaan yang sistematis mengenai masalah yang terjadi, pertanyaan yang diajukan seperti mengapa masalah tersebut bisa terjadi, apa yang menyebabkan masalah tersebut, dan bagaimana cara untuk menanggulangi masalah tersebut. Sehingga jawaban dari pertanyaan tersebut dapat menjadi suatu solusi terhadap masalah yang terjadi, khususnya pada masalah yang terjadi di MT FALCON 18

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Deskripsi data ini diambil pada saat penulis melaksanakan prala. Pada saat penulis melaksanakan prala terdapat beberapa sertifikat di kapal yang hampir berakhir masa berlakunya pada bulan Februari. Salah satu syarat yang dibutuhkan untuk perpanjangan sertifikat kapal yaitu dengan melaksanakan *docking* kapal untuk diperiksa secara keseluruhan. MT FALCON 18 melaksanakan *docking* sesuai pada rentang waktu yang ditentukan dari pihak BKI.

MT FALCON 18 melakukan *docking* di Dock Yard Kelapa Dua (DKP), yang berada di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. DKP merupakan *Building and repair shipyard*/ galangan kapal jenis pembuatan dan perbaikan dengan sistem *slip away* / dok tarik. Pada tanggal 29 Januari 2018 kapal tiba di pelabuhan Bitung, daerah Dermaga Samudra, Bitung dan kapal masuk ke tempat *docking*/ galangan kapal pada tanggal 1 Februari 2018 (berdasarkan log book terlampir).

Proses masuk ke galangan dengan metode *slipway*, yaitu proses dipasangkan ganjal-ganjal sesuai dengan letak *docking plan*, lalu ganjal/ ban/ vender diikat agar tidak jatuh ke air. Sebelum naik galangan mesin kapal dimatikan dan MT.FALCON 18 ditarik oleh TB. Kirana 8 masuk area *slipway* dengan pengawasan Pimpro.

Tali pada kapal ditambatkan ke dermaga, apabila *cradle* sudah siap, tim limbung melakukan tarik tali untuk acuan center tepat diatas keel. Kemudian kapal didudukkan di atas *cradle*, dengan posisi *cradle* pertama berada pada sekat haluan dan lainnya menyesuaikan. Ada 8 *cradle* yang digunakan dalam proses pengedokan, jumlah *cradle*

ini disesuaikan dengan beban kapal. *Cradle* dihubungkan dengan tali baja (*wire rope*) yang digerakkan oleh mesin derek (*winch*) untuk mempermudah jalannya di atas rel *slipway*.

Kemudian kapal dinaikkan di atas *slipway* dan mesin derek dijalankan, setelah kapal naik keseruluhan tali baja penghubung *cradle* dikaitkan dengan *pulley block* untuk menahan kapal meluncur secara bebas ke laut yang dapat membahayakan keselamatan dan kerusakan kapal yang semakin besar.



Gambar 4.1
Arrival meeting

Setelah kapal naik dok maka selanjutnya persiapan diawali dengan pelaksanaan *arrival meeting* dari pihak galangan, pihak kapal yang diwakili nahkoda, mualim 1 dan KKM, serta perwakilan kantor (*owner*) yang diwakili oleh *superintendent* dan *Port engine* untuk penjelasan teknis, waktu pengerjaan serta pembagian tim pelaksana pekerjaan dari pihak galangan dan kapal (lihat gambar 4.1).

Saat dalam melaksanakan arrival meeting pihak galangan menyesuaikan list perbaikan dan mengestimasi lama waktu perbaikan kapal. Sehingga ditemukan beberapa permasalahan yaitu:

- 1. Tidak sesuainya pemasangan *zinc anode* pada lunas kapal yang menyebabkan banyaknya teritip yang menimbulkan korosi**

Berdasarkan keterangan *port engine* dalam wawancara dengan penulis menyatakan bahwa untuk melindungi kapal dari teritip, MT FALCON 18 memiliki ICCP/ elektrik *zinc anode* serta melakukan pemasangan lempengan *zinc anode* pada area daun kemudi dan *bow thruster* dapat terlihat pada gambar 4.2 bekas-bekas *zinc anode* yang tertempel. Namun ICCP yang terdapat dikapal mengalami kerusakan dan jumlah lempengan *zinc anode* yang terpasang hanya 14 buah hal tersebut tersebut terlihat dari sisa yang tertempel pada daun kemudi dan *bow thruster*. Pemasangan *zinc anode* hanya 14 buah karena hanya daerah tersebut yang tidak terlindungi oleh ICCP (*Impressed Current Cathodic Protection*)



Gambar 4.2

Sisa *zinc anode* yang tertempel pada daun kemudi

2. Kurang optimalnya perawatan dan pengawasan pada lunas kapal saat docking

Dengan segala persiapan awal, pekerjaan diatas galangan dimulai dari pembersihan pada lunas kapal dari *fouling* organisme atau yang biasa disebut teritip. Pembersihan pertama yaitu penyekrapan, dengan estimasi yang disepakati dengan pihak galangan adalah 3 hari. Namun penyekrapan ini membutuhkan waktu 10 hari waktu kerja hingga siap untuk di *sandblast*. Saat penulis mengamati, proses

penyekrapan ini masih kurang maksimal karena masih banyak sisa-sisa bekas teritip-teritip yang masih menempel seperti pada gambar 4.2.

Setelah melaksanakan penyekrapan dilanjutkan ke tahap *sandblasting*. Pengerjaan *sandblast* dilaksanakan dengan estimasi pengerjaan yang disepakati 1 hari. Namun yang penulis dapati pengerjaan *sandblast* membutuhkan waktu 2 hari agar permukaan dapat dengan siap melanjutkan tahap selanjutnya yaitu proses pengecatan dan pemasangan *zinc anode*.



Gambar 4.3

kondisi lambung MT FALCON 18 setelah di *sandblast*

Setelah kapal telah selesai *sandblast* dan siap untuk pengecatan, dilanjutkan pada tahap pengecatan. Sesuai aturan dan prosedur dengan menggunakan beberapa lapis cat. Cat-cat yang digunakan sebagai pelapis di kapal pada daerah lunas kapal yaitu:

- a. Cat Primer dengan merk Penta Marine Paint jenis Coaltar Epoxy HB (2189)
- b. *Intermediate Coating (Sealer)* dengan Penta Marine Paint jenis Self Polishing AF (4851)
- c. *Top Coating/finnish coat* dengan Penta Marine Paint jenis AF like Vinyl (4860) and Tropical (4810)
- d. *Anti-Fouling Coating* dengan Penta Marine Paint jenis CR Anti Fouling (4850)

Berdasarkan kejadian-kejadian tersebut, yang menjadi fokus penulis yaitu menganalisis penyebab utama banyaknya teritip yang menempel dan mengenai pengoptimalan proses perawatan saat *docking* agar selesai tepat waktu seperti yang disepakati oleh pihak kapal dan pihak galangan.



Gambar 4.4

Kondisi *Sea chast* MT FALCON 18 saat penyekrapan

B. ANALISIS DATA

Melihat dari permasalahan yang terjadi dan berdasarkan pada fakta dan data yang ditemukan, penulis mengambil suatu analisa mengenai penyebab banyaknya teritip kapal. Maka masalah dianalisis sebagai berikut:

1. Tidak sesuai pemasangan *zinc anode* pada lunas kapal yang menyebabkan banyaknya teritip yang menimbulkan korosi

Timbul korosi pada kapal MT. FALCON 18 disebabkan karena adanya proses *fouling*/teritip yang menempel pada lunas kapal. Karena teritip menempel tidak terkendali sehingga menyebabkan penurunan berat lajur pelat kapal dan rusaknya ICCP kapal. Penulis mendeskripsikan masalah ini sebagai berikut:

a. Penurunan berat lajur pelat lambung kapal

Saat docking dilakukan pengukuran pelat labung kapal di DKP oleh pihak BKI. dilakukan dengan *ultrasonict test*, sebanyak 259 titik. Distribusi titik uji *ultrasonic test* secara vertikal, sebagai berikut :

- 1) Lajur pelat Lunas : 37 buah titik uji
- 2) Lajur pelat Alas : 117 buah titik uji (61 kiri dan 54 kanan)
- 3) Lajur pelat Bilga : 53 buah titik uji (27 kiri dan 26 kanan)
- 4) Lajur pelat Sisi : 54 buah titik uji (27 kiri dan 27 kanan)

Pengurangan tebal pada setiap lajur pelat lambung kapal dapat diketahui pada

No	Lajur Pelat Lambung Kapal	Tebal Awal t_{g0} (mm)	Tebal Akhir t_{g1} (mm)	Selisih Tebal t_g (mm)
1	Lunas kanan kapal	12	10.15	1.85
2	Lunas kiri kapal	12	10.05	1.95
3	Alas kanan kapal	12	9.9	2.1
4	Alas kiri kapal	12	10	2
5	Bilga kanan kapal	10	9.39	0.61
6	Bilga kiri kapal	10	9.33	0.67
7	Sisi kanan kapal	10	9.25	0.75
8	Sisi kiri kapal	10	9.2	0.8
	Jumlah	88	77.27	10.73
	Rata-rata	11	9.65875	1.34125

Tabel 4.1

Pengurangan tebal lajur pelat lambung kapal

Titik kritis dari BKI, untuk tebal pelat > 10 mm adalah maksimum pengurangannya adalah 20% dari tebal pelat sebelumnya, dari hasil observasi pengurangan tebal pelat baja kapal rata-rata adalah 1,34 mm dan maksimum

rata-ratanya adalah 2,2 mm, sehingga masih dalam batas toleransi. Jika kapal mengalami pengurangan lebih dari 20% maka pelat tersebut wajib diganti.

Penurunan berat pelat lambung kapal terjadi karena korosi pada pelat yang tercelup dalam air laut dan korosi ini di percepat dengan adanya arus laut maupun saat kapal berlayar akan menciptakan gelombang yang membentur dibadan kapal, sehingga memperbanyak jumlah oksigen bebas. Disamping air laut merupakan media yang sangat korosif bagi pelat lambung kapal pada bagian alas kapal juga terjadi korosi karena terdapat hewan laut yang menempel/*fouling*/teritip merupakan mikro organisme bersel satu yang menempel secara permanen, berkembang biak secara hemaprodit dan penyebarannya cukup cepat dan luas pada pelat lambung kapal, sehingga akan meningkatkan terjadinya korosi. (korosi karena proses biologis dalam air laut, Gambar.4.5)



Gambar 4.5

Korosi pada lunas kapal yang disebabkan teritip

Salah satu penyebab terjadinya pengurangan tebal lajur pelat lambung kapal karena adanya laju korosi. Hal-hal yang menyebabkan laju korosi adalah jumlah *bio fouling* yang menempel di pelat kapal tidak merata, posisi pemasangan anoda, yang menunjukkan kerapatan anoda tiap meter luas pelat yang dilindungi belum sesuai, terjadinya benturan pelat dengan dasar laut

maupun pelat dengan dermaga sehingga pelat pesok atau rusak juga dapat meningkatkan laju korosi.

b. Rusaknya ICCP yang terdapat dikapal

Berdasarkan dari laporan berita acara kerusakan zinc elektrik pada tanggal 06 Agustus 2017 bahwa Masinis 1 saat melakukan pemeriksaan dan perawatan terhadap zinc elektronik. Ditemukan pada semua panel zinc elektronik bahwa indicator bar berada di posisi 0 (nol) walaupun dalam keadaan menyala/ ON. Setelah diperiksa zinc anode dalam keadaan tidak berfungsi walaupun mesin dalam keadaan menyala. Penyelesaian masalah ini dengan dilakukan perbaikan pada ICCP kapal, namun pada saat kapal *docking* tahun 2018. ICCP dapat di perbaiki dengan mendatangkan *spare-part* yang berasal dari perusahaan pembuat kapal dan membutuhkan waktu sekitar 6 bulan. Butuh waktu yang cukup lama untuk menunggu *spare-part* yang dibutuhkan sehingga kapal harus memiliki alternatif lain dalam mengatasi *zinc anode*.

Berdasarkan deskripsi data diatas jumlah lempengan *zinc anode* yang terpasang sebanyak 14 buah *zinc anode* pada saat *docking* sebelumnya .

No	Bagian Lambung Pelat	Jumlah
1	Pelat lajur lunas buritan	2
2	Pelat lajur alas buritan	2
3	Daun kemudi	6
4	<i>Bow thruster</i>	4
Total jumlah <i>zinc anode</i>		14

Table 4.2.

Jumlah *zinc anode* yang terpasang

Jumlah pemasangan *zinc anode* pada saat itu hanya 14 buah dan tidak terdapat pada semua daerah yang dibutuhkan karena pada saat itu ICCP kapal masih dapat digunakan, dan pemasangan lempengan *zinc anode* hanya pada area yang

tidak terlindungi oleh ICCP. Jika tanpa menggunakan ICCP maka seharusnya dilakukan pemasangan lempengan *zinc anode*.

Kebutuhan anoda korban pada kapal MT FALCON 18, dengan anoda korban yang digunakan paduan aluminium. Komposisi kimia paduan terdiri dari:

- 1) Al : 98,75%
- 2) Si : 0,006%
- 3) Cu : 0,001%

Sehingga dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Perhitungan masa anoda korban

$$M = \frac{I_c \times T \times 8}{\mu \times e}$$

Keterangan:

M = Berat anoda korban *Zinc Anode* (kg)

I_c = Kebutuhan arus proteksi (Ampere)

T = Umur proteksi (tahun) = 3 Tahun (Peraturan BKI)

μ = Faktor guna anoda korban, = 0,85

e = *Electrochemical efficiency* (Ah/kg),

= 2000 untuk paduan aluminium

Kebutuhan arus proteksi

$$I_c = A \times f \times i_c (a \quad)$$

Keterangan:

I_c = kebutuhan arus proteksi

A_c = area yang akan diproteksi,

f_c = factor kerusakan lapisan

i_c = factor desain arus densitas.

Sedangkan area individu atau area yang akan diproteksi, diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$A = (2 + B) \times L \times p$$

Keterangan:

Loa : Panjang keseluruhan kapal (m)

T : Draft kapal (m)

B : Lebar Kapal (m)

P : Faktor, 0,85

Kedalaman (m)	Desain arus (rata-rata) dalam A/m ²			
	tropical (>20° c)	Sub- Tropical (12 - 20° c)	Beriklim Sedang (7 - 12° c)	Sangat Dingin (<7° c)
0 < 30	0.070	0.080	0.100	0.12 ⁽¹⁾
>30	0.060	0.070	0.080	0.100

Tabel 4.3.

**Desain arus rata-rata densitas berdasarkan kedalaman dan iklim
(DNV Norway)**

Kedalaman (m)	Kategori Pelapis (K ₂)			
	I (K ₁ = 0.1)	II (K ₁ = 0.05)	III (K ₁ = 0.02)	IV (K ₁ = 0.02)
0 < 30	0.10	0.03	0.015	0.012
>30	0.05	0.02	0.012	0.012

Tabel 4.4.

**Konstanta (k₁ dan k₂) untuk perhitungan faktor kerusakan pelapis
(DNV Norway)**

- Data untuk kedalaman > 30 m mungkin digunakan pada kompartemen yang tenggelam dan kompartemen yang ditutup dengan bebas dari udara.

- Data untuk pelapis kategori III, kedalaman > 30 m, digunakan pada perhitungan permintaan arus katodik *densitas* untuk beton pelapis penguat baja dengan penggabungan *epoxy* atau persamaannya. (minimal 200 μm DFT).

Macam material anoda	<i>Electrochemical efficiency</i> (Ah/kg)
Al	2000 ¹⁾
Zn	2000 ²⁾

Tabel 4.5.

Desain nilai *Electrochemical efficiency* untuk Al dan Zn pada anoda korban

¹⁾ Temperatur anoda : Maksimal 25° C

²⁾ Temperatur anoda : Maksimal 50° C

faktor kerusakan pelapis dihitung dengan memperhatikan desain umur. desain umur sistem katodik proteksi melebihi dari sistem pelapis, f_c (rata – rata) mungkin dihitung menggunakan :

$$f = k_1 + k_2 \frac{tf}{z}$$

Keterangan:

$k_1 = 0,02$ (Mengacu pada DNV RPB401)

$k_2 = 0,015$ (Mengacu pada DNV RPB401)

tf = Umur proteksi= 3 Tahun (sesuai standar BKI)

dengan persamaan :

$$\begin{aligned} A &= (2 + B) \times L \times p \\ &= (2 \times 5.712 + 12.8) \times 88.52 \times 0.85 \\ &= 1882.6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f &= k_1 + k_2 \frac{t_f}{2} \\
 &= 0.0 + 0.0 \frac{3}{2} \\
 &= 0.0425 \text{ ampere}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I &= A \times f \times i \\
 &= 1882.6 \times 0.0425 \times 0.100 \\
 &= 7.746 \text{ ampere}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{I \times T \times 8}{\mu \times e} \\
 &= \frac{7.7 \times 5.7 \times 8}{0.8 \times 2} \\
 &= 227,99 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Menghitung jumlah anoda yang dibutuhkan dengan tipe dengan tipe aluminium type W111, dimensi anode 395 x 150 x 30 mm (P x L x T) dengan berat netto 5,2 kg

$$A = \frac{M}{W_A}$$

keterangan:

AK = Jumlah anoda korban

M = Berat anoda korban yang dibutuhkan

WAK = Berat per unit anoda korban

$$\text{Sehingga } A = \frac{2,9}{5,2} = \frac{2,9}{5,2} = 43,84 = 44 \text{ buah}$$

Penambahan anoda korban 20 % untuk tempat-tempat kritis dan sebagai faktor keamanan, sehingga jumlah total anoda korban yang dipasang adalah:

$$A = (4 \times 0,2) + 4 = 5,8 = 5 \text{ b}$$

Jumlah total anoda korban buah, masing-masing dipasang 26 buah untuk bagian lambung kanan dan 27 buah lambung kiri. Sehingga jarak antar anoda korban adalah:

$$J_A = \frac{L}{A (K / k)}$$

keterangan:

J_{AK} = Jarak anoda korban

Loa = Panjang Keseluruhan Kapal

AK = Jumlah anoda korban

Jarak pemasangan antar anoda korban pada sisi kanan yaitu:

$$J_A = \frac{L}{A (K)} = \frac{8,5}{2} = 3,40 \text{ m}$$

Jarak pemasangan antar anoda korban pada sisi kiri yaitu:

$$J_A = \frac{L}{A (K)} = \frac{8,5}{2} = 3,27 \text{ m}$$

Sesuai hasil perhitungan kebutuhan anoda korban di atas diperoleh gambaran bahwa jumlah anoda korban yang dipasang di lambung kapal saat itu sebanyak 14 buah (dalam keadaan ICCP menyala sampai bulan agustus 2017) tidak sesuai dari pada jumlah yang diperoleh dari hasil perhitungan diatas. Sehingga dapat dikatakan bahwa pemasangan anoda korban paduan aluminium pada pelat lambung kapal sesuai dengan standar kelayakan yang berlaku.

Dalam penerapan di lapangan, anoda korban paduan aluminium yang dipasang pada pelat lambung kapal dalam media air laut ternyata telah dapat memperlambat laju korosi pelat lambung kapal. Dari hasil perhitungan pengurangan tebal pelat dan penurunan berat pelat, maka pemasangan anoda korban paduan aluminium pada pelat lambung kapal dapat memperlambat laju korosi.

Selanjutnya apabila pemasangan anoda korban disusun berdasarkan luas masing-masing lajur pelat pada lambung kapal maka dapat disusun kebutuhan anoda korban berdasarkan luas masing-masing lajur pelat lambung kapal seperti tabel 4.6 berikut.

No	Bagian Lambung Pelat	Jumlah
1	Pelat lajur lunas	19
2	Pelat lajur alas	6
3	Pelat lajur bilga	8
4	Pelat lajur sisi	4
5	Pelat daun kemudi	6
6	Pelat <i>bow thruster</i>	6
7	Pelat <i>Sea chast</i>	4
Total jumlah <i>zinc anode</i>		53

Table 4.6

Jumlah *zinc anode* seharusnya berdasarkan rumusan

Berdasarkan dari fakta dan data yang ditemukan, penulis menganalisis penyebab banyaknya teritip di lunas kapal. Proteksi perlindungan teritip pada lunas kapal FALCON 18 berdasarkan data *repairing list dock 2016* (terlampir), *zinc anode* yang terpasang berjumlah 14 buah dan disertai pemasangan ICCP namun berdasarkan berita acara (terlampir) ICCP kapal dilaporkan dalam keadaan rusak dan hanya bisa diperbaiki saat kapal melaksanakan *docking*. Namun pada saat *docking* tahun 2018 ICCP kapal tidak mengalami perbaikan, maka dibutuhkanlah pemasangan *zinc anode* secara keseluruhan pada lunas kapal. Sehingga penulis menganalisis berdasarkan rumus perhitungan massa anoda korban dengan menyesuaikan kebutuhan arus proteksi maka yang penulis dapati berjumlah 53 buah *zinc anode* yang harus terpasang di lunas MT FALCON 18.

2. Kurang optimalnya perawatan dan pengawasan pada lunas kapal saat *docking*

Berdasarkan dari deskripsi dan analisis data sebelumnya dampak dari banyaknya teritip yang menempel pada lunas kapal dapat menimbulkan korosi. Korosi merupakan proses elektrokimia yang terjadi akibat interaksi antara logam dan lingkungan yang bersifat korosif, yaitu lingkungan yang lembap (mengandung uap air) dan diinduksi oleh adanya gas O_2 , CO_2 , atau H_2S . Rumus kimia karat besi adalah $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$, suatu zat padat yang berwarna coklat-merah. Logam berlaku sebagai sel yang memberikan elektron (anoda) dan lingkungannya sebagai penerima elektron (katoda). Faktor – faktor yang mempengaruhi terjadinya korosi pada besi dan baja dalam media air laut tertera pada tabel dibawah ini. (Mars G. Fontana 1987;91)

Faktor dalam air laut	Pengaruh besi dan baja
Ion Klorida	Sangat korosif terhadap logam yang mengandung besi. Baja karbon dan logam besi tidak dapat di pasifkan (garam air laut mengandung klorida lebih dari 55%).
Kehantaran Listrik	Kehantaran yang tinggi memungkinkan anoda dan listrik katoda tetap bekerja walau jaraknya jauh, jadi peluang terkena korosi meningkat dibanding dalam air tawar.
Oksigen	Korosi pada baja dikendalikan secara katodik, Oksigen akan mendepolarisasi katoda, sehingga mudah terjadi korosi terutama dengan kandungan oksigen yang tinggi.
Kecepatan Aliran air	Laju korosi meningkat dengan adanya gelombang dan arus laut yang tinggi hal ini menyebabkan : menghancurkan lapisan anti karat, menghasilkan banyak oksigen,mempercepat penetrasi, membuka rongga di permukaan baja.
Temperatur	Temperatur air laut yang tinggi akan meningkatkan terjadinya korosif.
<i>Fouling</i> (biologis)	Pengotoran pelat baja karena binatang laut akan

	meningkatkan terjadinya korosif.
Terbentuknya lapisan	Lapisan karat dan kerak mineral (garam-garam kalsium dan magnesium) akan mengganggu difusi oksigen ke permukaan katoda sehingga memperlambat korosi

Tabel 4.7.

Faktor yang mempengaruhi korosi

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, penyebab utama terjadinya korosi pada lunas kapal MT. Falcon 18 diakibatkan karena faktor *fouling* (biologis) dan kecepatan aliran Air. Dua faktor tersebut yang menjadi penyebab korosi dikarenakan terjadinya korosi pada lunas kapal diawali dengan pengotoran pelat baja terhadap binatang laut (teritip) dan laju korosi meningkat dengan adanya gelombang dan arus laut yang tinggi hal tersebut menyebabkan hancurnya lapisan anti karat, menghasilkan banyak oksigen, mempercepat penetrasi, membuka rongga di permukaan baja.

Reaksi yang terjadi pada logam yang mengalami korosi adalah reaksi oksidasi, dimana atom-atom logam larut kelingkungannya menjadi ion-ion dengan melepaskan elektron pada logam tersebut. Sedangkan dari katoda terjadi reaksi, dimana ion-ion dari lingkungan mendekati logam dan menangkap elektron-elektron yang tertinggal pada logam. Korosi merupakan proses atau reaksi elektrokimia yang bersifat alamiah dan berlangsung dengan sendirinya, oleh karena itu korosi tidak dapat dicegah atau dihentikan sama sekali. Korosi hanya bisa dikendalikan atau diperlambat lajunya sehingga memperlambat proses perusakannya.

Berdasarkan dari faktor-faktor diatas, penyebab kurang optimalnya perawatan yang terjadi saat *docking* karena perbedaan waktu estimasi yang disepakati oleh pihak kapal dan pihak galangan hal tersebut menurut penulis terjadi karena kurangnya pengawasan oleh pihak kapal dan minimnya pengetahuan awak kapal mengenai cara perawatan pencegahan teritip yang sesuai. Hal tersebut terjadi

dikarenakan kurangnya sosialisasi yang diberikan terhadap Awak kapal mengenai apa itu bagaimana prosedur dalam perawatan korosi yang terjadi pada lunas kapal.

Mualim I adalah pihak yang bertanggung jawab dalam melaksanakan sosialisasi diatas kapal perihal pembagian kerja (*Team work*) dan pemahaman prosedur yang dilakukan saat *docking*.

Cara yang digunakan dalam melaksanakan sosialisai adalah dengan mengenalkan secara langsung atau dapat juga menggunakan media *slide (power point)* tentang prosedur yang benar dalam melaksanakan *docking* di atas kapal. Prosedur yang tepat dalam melaksanakan perawatan lunas kapal yang paling utama saat *docking* yaitu:

- a. *Replating* (pergantian pelat)
- b. *Surface preparation*
 - 1) Penyekrapan
 - 2) *Sandblasting*
 - 3) *Paint preparation*
 - 4) *Paint application*
 - 5) *Coating* (pengecatan)
 - a) *Primer*
 - b) *Intermediate coat (Sealer)*
 - c) *Top coat/ Finish coat*
 - d) *Anti Fouling*
 - 6) Perawatan Pencegahan Korosi
 - a) perlindungan secara aktif (dengan metode *cathodic protection*)
 - b) perlindungan secara pasif (dengan proses pengecatan)
 - c) penambahan inhibitor.

Berdasarkan dari fakta dan data yang ditemukan, penulis menganalisis salah satu penyebab banyaknya teritip pada lunas kapal diakibatkan karena kurangnya pengawasan dari pihak kapal saat pelaksanaan *docking*. Dari jadwal yang

ditentukan *docking* selesai dalam 16 hari kerja namun yang terjadi di lapangan adalah *docking* selesai dengan waktu Pemasangan jumlah *zinc anode* yang tidak sesuai pada saat *docking* sebelumnya berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan *Port Engine* yang menyatakan kurangnya pemahaman awak kapal dalam pentingnya pengawasan saat *docking* berlangsung sehingga hasil yang didapatkan tidak maksimal dan memiliki dampak buruk yang berkepanjangan.

C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan penyebab timbulnya masalah yang dihasilkan dari analisis data, alternatif pemecahan masalah agar penyebab banyaknya teritip dapat diatasi dengan cara:

1. Penyebab tidak sesuainya pemasangan *zinc anode* pada lunas kapal yang menyebabkan banyaknya teritip yang menimbulkan korosi

Pada dasarnya sistem proteksi katodik merupakan kontrol korosi secara elektrokimia dimana reaksi oksida pada sel galvanis dipusatkan di daerah anoda dan menekan proses korosi pada daerah katoda. Terdapat 3 jenis sistem proteksi katodik

a. Sistem Anoda Korban (*Sacrificial Anode*)

Sistem ini dikenal juga dengan galvanic anode. Cara kerja dan sumber arus yang digunakan berasal hanya dari reaksi galvanis anoda itu sendiri. Prinsip dasarnya adalah dengan menciptakan sel elektrokimia galvanic dimana dua logam yang berbeda dihubungkan secara elektris dan ditanam dalam elektrolit alam (tanah atau air). Dalam sel logam yang berbeda tersebut, logam yang lebih tinggi dalam seri elektromotive-Emf series (lebih aktif) akan menjadi anodic terhadap logam yang kurang aktif dan terkonsumsi selama reaksi elektrokimia. Logam yang kurang aktif menerima proteksi katodik pada permukaannya karena adanya aliran arus melalui elektrolit dari logam yang anodic. Tentu saja, beberapa korosi dari besi masih mungkin terjadi; apakah terjadi atau tidak, tergantung pada ukuran relatif dari elektroda seng dan besi.

Dengan demikian, perlindungan katodik tidak akan bekerja pada struktur yang berada di lingkungan udara. Udara adalah zat elektrolit yang buruk, yang

mencegah arus mengalir dari anoda ke katoda. CP dapat dilakukan dengan dua metode yang digunakan secara luas.

Cara ini menghasilkan sel galvanik, di mana logam yang lebih reaktif bekerja sebagai anoda dan menyediakan fluks elektron pada struktur, yang kemudian menjadi katoda. Dalam banyak kasus, penerapan proteksi katodik sering dikombinasikan dengan *coating*. Tujuannya adalah untuk melindungi baja pada saat *coating* mengalami kerusakan. Metode proteksi ini merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk memproteksi bagian material yang terendam oleh air, terutama air laut. Pada metode ini, katoda dilindungi oleh anoda progresif yang akan hancur akibat oksidasi, dan karenanya sering disebut sebagai anoda korban.

b. Sistem Impressed Current Cathodic Protection (ICCP)

Tidak seperti prinsip sacrificial anode, metode ini membutuhkan arus listrik DC (searah) dari sumber luar yang dihubungkan dengan logam anode dengan logam katode (logam yang dilindungi). Sistem ICCP atau biasa disebut dengan sistem arus tanding menggunakan anode yang dihubungkan dengan sumber arus searah (*DC*) yang dinamakan *cathodic protection rectifier*. Anode ini dapat berbentuk batangan tubular atau pita panjang dari berbagai material khusus. Material ini dapat berupa *high silikon cast iron* (campuran besi dan silikon), grafit, campuran logam oksida, platina dan niobium serta material lainnya. Metode ini biasanya digunakan untuk mem-proteksi fasilitas-fasilitas yang besar.

Dengan keluaran arus dari anoda ini maka anoda tersebut terkonsumsi. Sistem arus tanding digunakan untuk melindungi struktur yang besar atau yang membutuhkan arus proteksi yang lebih besar dan dipandang kurang ekonomis jika menggunakan anoda korban. Sistem ini dapat dipakai untuk melindungi struktur baik yang tidak dicoating, kondisi coating yang kurang baik maupun yang kondisi coatingnya baik.

c. Membuat penambahan inhibitor

Secara umum suatu inhibitor adalah suatu zat kimia yang dapat menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia. Sedangkan inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan kedalam suatu lingkungan, dapat menurunkan laju penyerangan korosi lingkungan itu terhadap suatu logam. Mekanisme penghambatannya terkadang lebih dari satu jenis.

Inhibitor hingga saat ini masih menjadi solusi terbaik untuk melindungi korosi internal pada logam, dan dijadikan sebagai pertahanan utama industri proses dan ekstraksi minyak. Inhibitor merupakan metoda perlindungan yang fleksibel, yaitu mampu memberikan perlindungan dari lingkungan yang kurang agresif sampai pada lingkungan yang tingkat korosifitasnya sangat tinggi, mudah diaplikasikan (tinggal tetes), dan tingkat keefektifan biayanya paling tinggi karena lapisan yang terbentuk sangat tipis sehingga dalam jumlah kecil mampu memberikan perlindungan yang luas.

Polifenol dan asam amino merupakan contoh dari gugus fungsional yang biasanya digunakan dalam penggunaan inhibitor. Perlindungan logam oleh polifenol dan asam amino terjadi melalui tiga mekanisme, yaitu adsorpsi secara fisika, adsorpsi secara kimia, dan pembentukan lapisan pada permukaan logam. Adsorpsi secara fisika berlangsung dengan cepat, karena interaksi elektrostatik antara permukaan logam yang memiliki charge positif dengan polifenol yang memiliki charge negatif, reaksi yang terjadi bersifat *reversible*. Adsorpsi secara fisika ini mudah terlepas akibat gangguan mekanis dan peningkatan temperatur. Sedangkan adsorpsi secara kimia bersifat lebih stabil, tidak sepenuhnya reversible, dan berlangsung dengan lambat. Semakin tinggi temperatur biasanya mengakibatkan peningkatan adsorpsi dan inhibisi. Adsorpsi secara kimia merupakan aktivitas transfer atau berbagi elektron antara polifenol atau asam amino dan permukaan logam, sehingga menentukan kemampuan inhibisi

Sejumlah inhibitor menghambat korosi melalui cara adsorpsi untuk membentuk suatu lapisan tipis yang tidak tampak dengan ketebalan beberapa molekul saja, ada pula yang karena pengaruh lingkungan membentuk endapan yang tampak dan melindungi logam dari serangan yang mengkorosi logamnya dan menghasilkan produk yang membentuk lapisan pasif, dan ada yang menghilangkan konstituen agresif. Terdapat beberapa jenis inhibitor, yaitu:

- 1) Passivating Inhibitor
- 2) Cathodic Inhibitor (Inhibitor Katodik)
- 3) Green Inhibitor (Inhibitor Alam)
- 4) Vapor Phase Inhibitor (Inhibitor Uap)

2. Kurang optimalnya perawatan dan pengawasan pada lunas kapal saat docking

Kelancaran pelaksanaan *docking* bukan hanya ditunjang oleh keterampilan dan kemampuan dari pihak galangan, tetapi juga harus ditunjang dengan pemahaman awak kapal tentang pelaksanaan *docking*. Pada masa sekarang perawatan yang dilakukan di galangan mengikuti perkembangan zaman, mulai perawatan yang dilakukan secara manual hingga dilakukan dengan berbagai macam teknologi. Namun pada kenyataannya, tidak semua awak kapal memahami proses dan prosedur yang harus dilakukan saat *docking*. Maka, seorang perwira harus memberikan arahan kepada awak kapal apa yang harus diketahui hingga yang harus dilakukan sebelum pelaksanaan *docking* dimulai. Yang perlu dilakukan untuk mengoptimalkan pemahaman awak kapal mengenai perawatan dan pengawasan *docking* antara lain:

a. Safety meeting atau Tool box Meeting

Tujuan dari diadakannya *Safety Meeting* ini adalah untuk mengevaluasi kejadian yang sebelumnya supaya kedepannya agar tidak terulang kembali permasalahan yang terdapat dikapal dan juga melakukan persiapan atau perencanaan mengenai kegiatan apa yang akan dilakukan awak kapal kedepannya. *Safety Meeting* ini dilakukan oleh seluruh awak kapal tanpa terkecuali biasanya dipimpin oleh nahkoda atau mualim I dan dilakukan

sebulan sekali. Sedangkan *toolbox meeting* biasa dilakukan sebelum *crew* akan melakukan suatu pekerjaan, yang biasanya *toolbox meeting* dipimpin oleh mualim I dan dilakukan pada pagi hari. Kita juga bisa menambahkan pengetahuan dan keterampilan semua awak kapal dengan cara memberikan tontonan film-film atau presentasi tentang pelaksanaan *docking* yang benar dan aman bagi ABK.

b. *Familirisasi*

Setibanya kapal di galangan lakukan *Familirisasi* mengenai prosedur dan apa saja yang telah ditentukan oleh pihak galangan dan kapal saat *arrival meeting*. Hal tersebut akan mempermudah awak kapal dalam mempersiapkan saat pelaksanaan *docking* agar bisa dengan cepat, sesuai prosedur, tanggap dan tau apa yang harus dilakukan.

c. *Pembagian jadwal dalam mengawasi pekerja galangan*

Biasanya, saat *docking* seluruh pekerjaan perawatan kapal dilakukan oleh pihak galangan. Pada umumnya perwira di atas kapal kedudukannya sebagai kepala kerja yang dipegang langsung oleh Mualim I dan dibantu oleh Mualim lainnya. Tugas mereka selain menciptakan kerja sama yang baik antara anak buah kapal dan pihak galangan, juga sebagai pengawas langsung pada anak buahnya. Pada saat melaksanakan tugasnya mereka dianggap sebagai orang yang paling mengerti akan segala sesuatu tentang masalah yang berkaitan dengan kapal. Tugas pengawasan ini merupakan tugas yang berat karena jika tidak sesuai maka dampak yang terjadi akan membahayakan kapal beserta awaknya. Dalam hal ini peran dari seorang Mualim di atas kapal sangat penting untuk memeriksa sendiri dan memberikan arahan serta masukan yang baik agar tidak mengalami pengulangan dalam pekerjaan. Sehingga mualim I membuat jadwal yang terdiri dari perwira dan ABK.

D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Dalam sub bab ini penulis akan melakukan tinjauan ulang mengenai alternatif yang telah dikemukakan pada pembahasan sebelumnya dengan melihat kualitas dari alternatif yang diyakini akan menyelesaikan permasalahan yang terjadi di MT FALCON 18. Dalam kasus yang terjadi di atas kapal, kita mempunyai beberapa pertimbangan dasar mengenai perawatan. Berikut lima pertimbangan tersebut :

1. Kewajiban pemilik yang berkaitan dengan keselamatan dan kelayak laut kapal.
2. Menjaga modal dengan cara memperpanjang umur ekonomis suatu kapal dan menaikkan nilai bekasnya.
3. Menjaga penampilan kapal sebagai suatu saran pengangkut muatan dengan meningkatkan kemampuan dan efisien.
4. Pemeliharaan secara efisien dengan memperhatikan pengeluaran-pengeluaran operasional
5. Pengaruh lingkungan terhadap anak buah kapal serta kemampuannya.

Berdasarkan dari lima pertimbangan dasar mengenai perawatan, terdapat beberapa alternatif pemecahan masalah yang dikemukakan di atas, dengan melihat dari segi keuntungan dan kerugiannya maka penulis mengambil pemecahan masalah adalah :

1. Penyebab tidak sesuainya pemasangan *zinc anode* pada lunas kapal yang menyebabkan banyaknya teritip yang menimbulkan korosi

a. Sistem Anoda Korban (*Sacrificial Anode*)

Keuntungan:

- 1) Tidak memerlukan arus tambahan dari luar, karena arus proteksi berasal dari anodanya itu sendiri
- 2) Arus proteksi yang dihasilkan tidak pernah salah arah, tidak memerlukan keahlian khusus
- 3) Instalasi pemasangan relative lebih mudah dan sederhana
- 4) Kemungkinan menimbulkan efek interfensi kecil
- 5) Ditinjau dari biaya, system ini paling murah diantara system proteksi yang lain

Kerugian:

- 1) Arus yang tersedia terbatas, bergantung pada luas permukaan anoda
- 2) Driving voltage dari system relative rendah karena reaksi proteksinya relative lebih kecil dan resistivitas lingkungan rendah. Sehingga, system ini menjadi kurang ekonomis jika dipakai untuk keperluan memproteksi struktur yang lebih besar
- 3) Harus dilakukan pembaruan setiap pelaksanaan *docking*

b. Impressed Current Cathodic Protection/ Sistem Arus Tanding**Keuntungan:**

- 1) Dapat melindungi struktur yang lebih luas
- 2) Dapat melindungi struktur yang tidak di *coating*, baik kondisi *coating* yang urang baik maupun kondisi *coating* yang baik
- 3) System ini memiliki fleksibilitas tinggi karena mempunyai rentang kapasitas output arus yang luas.
- 4) Menggunakan perangkat listrik (rectifier, voltmeter, sumber arus DC)

Kekurangan:

- 1) Sistem ini membutuhkan perawatan yang lebih banyak
- 2) Biaya operasional cenderung lebih mahal dari system anoda korban karena meningkatnya perawatan yang dilakukan dan peralatan yang digunakan lebih banyak
- 3) Dalam perawatan ini dibutuhkan orang yang memiliki keahlian khusus, biasanya electrician
- 4) Sistem ini memiliki ketergantungan terhadap pemasok (rectifier) sehingga kerusakan dapat menimbulkan efek interferensi arus terhadap struktur disekitar yang akan berdampak fatal terhadap kinerja proteksi

c. Penambahan Inhibitor**Keuntungan:**

- 1) Inhibitor mudah didapatkan, karena dapat digunakan dari bahan organik maupun anorganik
- 2) Efisiensi dan efektifitas penggunaan inhibitor cenderung lebih maksimal

Kekurangan:

- 1) Tidak semua media dapat diberi inhibitor sebab dapat mengkontaminasi lingkungan. Banyak inhibitor adalah racun atau bahan kimia sehingga pemakaiannya terbatas pada media
- 2) Penggunaan inhibitor mudah kehilangan efektifitasnya jika konsentrasi dan suhu media naik
- 3) Dalam perawatan ini dibutuhkan orang yang memiliki keahlian khusus, terutama yang paham mengenai inhibitor
- 4) Biaya operasional cenderung lebih mahal dari ICCP karena meningkatnya perawatan yang dilakukan dan peralatan yang digunakan lebih banyak

2. Kurang optimalnya perawatan dan pengawasan pada lunas kapal saat docking

a. Safety meeting atau Tool box Meeting

Keuntungan:

Dapat mengevaluasi hasil kerja ABK yang tidak sesuai dengan prosedur perawatan berkala terhadap korosi sehingga awak kapal dapat lebih mengerti akan tugas dan tanggung jawabnya dalam melaksanakan perawatan di atas kapal.

Kerugian:

Rapat kerja yang dilaksanakan dapat mengganggu jam istirahat ABK, karena rapat kerja dilaksanakan pada saat jam istirahat.

b. Familiarisasi

Keuntungan:

Para awak kapal akan lebih mengerti karena sering mendapat pengarahan daripada mualim I saat *familiarisasi* pelaksanaan *docking* dan resiko untuk terjadi kesalahan semakin kecil.

Kerugian:

Jika dilakukan *familirisasi* terus menerus akan membuang waktu para anak buah kapal (ABK) kapal yang seharusnya bisa menyelesaikan pekerjaan yang lainnya.

c. Pembagian jadwal dalam mengawasi pekerja galangan

Keuntungan:

Dengan pembagian jadwal, kinerja dari para pekerja galangan terkontrol dan lebih efektif. Sehingga tidak kegiatan yang dilakukan tidak terlambat dari waktu yang ditentukan

Kerugian:

Membutuhkan waktu dan tenaga yang lebih mengawasi pekerja galangan

E. PEMECAHAN MASALAH

Setelah dilakukan evaluasi terhadap setiap alternatif pemecahan masalah ditentukan alternatif mana yang paling tepat untuk dipilih berdasarkan dari kelebihan dan kekurangan dari masing masing alternatif pemecahan masalah maka di ambil pemecahan masalah yang paling efektif dan efisien yaitu :

1. Penyebab tidak sesuaiya pemasangan *zinc anode* pada lunas kapal yang menyebabkan banyaknya teritip yang menimbulkan korosi

Berdasarkan hasil evaluasi pada sub bab sebelumnya, maka penulis mengasumsikan solusi terbaik bagi permasalahan pada MT FALCON 18, yaitu dengan melakukan pemasangan anoda dengan Sistem Anoda Korban (*Sacrificial Anode*). Hal itu penulis analisi dan mengambil kesimpulan yang ditinjau dari biaya yang dianggarkan, jenis perawatan, pengaruh lingkungan dan waktu perawatan lebih mudah dan efisien. Namun jika secara keseluruhan tanpa terpaku oleh permasalahan biaya dan electrician untuk perawatan maka solusi yang paling baik adalah dengan menggunakan system ICCP (*Impressed Curent Cathodic Protection*) karena dengan menggunakan system ini kita tidak perlu melakukan pergantian zinc anode setiap docking dan untuk perawatan dapat dilakukan oleh tenaga ahli yang berada di kapal.

2. Kurang optimalnya perawatan dan pengawasan pada lunas kapal saat docking

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah yang diuraikan, maka dapat diasumsikan alternatif pemecahan masalah yang paling tepat sebagai solusi untuk mengoptimalkan perawatan dan pengawasan pada saat *docking* yaitu membuat suatu pembagian jadwal dalam mengawasi pekerja galangan atau pihak pekerja dari darat yang dilakukan oleh pihak kapal. Pengawasan dilakukan terdiri dari ABK dan perwira kapal dilengkapi dengan pembuatan catatan dan dokumentasi saat melaksanakan pengawasan. Sehingga pihak kapal dan *owner* mengetahui perkembangan yang dikerjakan saat *docking* dan perawatannya akan semakin optimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Sebagaimana yang telah di uraikan pada bab–bab sebelumnya, Korosi adalah suatu reaksi redoks antara logam dengan berbagai zat yang ada di lingkungannya sehingga menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Salah satu sumber kerusakan terbesar pada kapal laut adalah disebabkan oleh korosi air laut. Sampai saat ini penggunaan besi dan baja sebagai bahan utama pembuatan kapal masih dominan. Dari segi biaya dan kekuatan, penggunaan besi dan baja untuk bangunan kapal memang cukup memadai. Tetapi besi dan baja sangat reaktif dan mempunyai kecenderungan yang besar untuk terserang korosi air laut. Baja untuk konstruksi kapal mempunyai sifat mekanis sehingga membutuhkan perawatan secara berkala. Dengan proses *docking*. Berdasarkan uraian-uraian yang telah penulis kemukakan sebelumnya dan terkait dengan hasil analisa serta pembahasan pada BAB IV, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tidak sesuai pemasangan *zinc anode* mengakibatkan banyaknya teritip yang menimbulkan korosi. Hal itu disebabkan karena tidak sesuai pemilihan proteksi pada lunas kapal. Pemilihan proteksi yang paling dianjurkan untuk semua kapal yaitu dengan menggunakan sistem proteksi arus tanding ICCP/ MGPS yang dilihat dari segi kualitas, efektifitas, dan dan efisiensi dalam pengoptimalan korosi pada lunas kapal. Namun pada kapal MT FALCON 18, Dengan melakukan pemasangan lempengan *zinc anode*, berdasarkan perhitungan yang menyesuaikan dari segi biaya, jenis perawatan, pengaruh lingkungan, waktu perawatan lebih mudah dan efisien sehingga teritip dan korosi pada lunas kapal terkendali.

2. Kurang optimalnya perawatan dan pengawasan pada lunas kapal saat pelaksanaan *docking* bukan hanya ditunjang oleh keterampilan dan kemampuan yang baik dari pihak galangan, tetapi harus juga ditunjang oleh pihak kapal. Pelaksanaan bisa berjalan dengan baik bila mengoptimalkan pengawasan dan pengontrolan dengan cara pembagian jadwal dalam mengawasi pekerja galangan atau pihak pekerja dari darat yang mengetahui perkembangan yang dikerjakan saat *docking* agar mendapatkan hasil yang maksimal.

B. SARAN

Sesuai dengan uraian permasalahan, deskripsi data, serta adanya kesimpulan yang diperoleh, maka penulis mencoba memberikan saran dalam rangka mengatasi masalah-masalah yang dibahas di dalam penelitian ini. Berikut merupakan saran-saran yang diajukan :

1. Bagi Pihak Kapal

- a. Muallim 1 sebagai perwira yang bertanggung jawab atas perawatan di atas kapal harus lebih memperhatikan perawatan kapal. Dengan memiliki data-data yang aktual mengenai kerusakan kapal akan sangat mempermudah proses perawatan terutama saat pelaksanaan *docking*.
- b. Perwira kapal wajib memberikan sosialisasi mengenai segala sesuatu hal yang berhubungan dengan *docking*. Mulai dari persiapan, pelaksanaan, hingga setelah pelaksanaan *docking*, awak kapal wajib memahami proses dan prosedur seharusnya secara terorganisir. Agar pelaksanaan *docking* yang dilakukan menjadi maksimal, perlu dilakukan suatu pengawasan kerja oleh perwira di atas kapal, agar seluruh awak kapal dapat mengoptimalkan perawatan yang dilakukan saat *docking*.

2. Bagi Perusahaan Pelayaran

- a. Perusahaan kapal lebih memperhatikan kondisi kapal dan memeriksa secara aktual mengenai laporan kerusakan kapal yang dikirimkan secara bulanan kepada pihak perusahaan. Karena dengan kondisi kapal yang tak terawat maka

kapal akan lebih rentan dan lebih cepat mengalami kerusakan dan kedepannya akan membuat pengeluaran bertambah karena kerusakan yang tidak teratasi dengan baik.

- b. Perusahaan kapal sebaiknya menambah anggaran perawatan kapal karena dengan menambah anggaran pada perawatan, maka kapal akan terlihat lebih tahan lama dan menambah umur kapal. Karena dengan anggaran yang sesuai dengan kebutuhan maka dapat memperoleh hasil yang berkualitas.
- c. Menambah awak kapal terutama bagian *electrician* diatas kapal. Hal tersebut bertujuan untuk membantu masinis dalam perawatan ICCP. Dengan dirawatnya mesin oleh tenaga ahli yang lebih paham maka mesin akan semakin terawat dan jangka waktu penggunaannya cenderung lebih panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Zaki, 2006. *Principle of Corrosion Engineering and Corrosion Control*, Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Danuasmoro, Goenawan, 2002. *Manajemen Perawatan*, Jakarta: Yayasan Bina Citra Samudra.
- DNV, 2003. *Rules for classification of Ship*, Norway: Det Norske Veritas Industry.
- Fontana, Mars G, 1987, *Corrosion Engineering Third Edition*. Singapore: Mc Graw Hill Book Co.
- Capt. Istopo, 1979. *Perlengkapan Kapal: jilid IV*. Jakarta: Akademi Ilmu Pelayaran.
- NSOS,2003. *Manajemen Perbaikan dan Perawatan*. Jakarta: Direktorat Jendral Perhubungan Laut.
- PT. Biro Klasifikasi Indonesia, 2004, *Regulator for the Corrosion and Coating System, Edition 2004*, Jakarta: BKI.
- Sastri,V.S et. al, 2007. *Corrosion Prevention And Protection Practical Solution*, England: John Wiley & Sons Ltd.
- STIP, 2010. *Buku Panduan Skripsi*. Jakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.
- Sugiyono, 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tim penyusun Kamus Besar Bahasa Indonesia. 2014. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta.
- Keputusan Dirjen Perhubungan Laut No.PY.67/1/3-93 tentang jadwal pelimbugan atau Penedokan kapal Indonesia

Website:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Barnacle> Diakses pada tanggal 20 November 2018

<https://www.britannica.com/animal/barnacle>. Diakses pada tanggal 20 November 2018

<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1082> Diakses pada tanggal
28 November 2018

<https://www.scribd.com/doc/97346961/TEKNOLOGI-PROTEKSI-DAN->

[PENGENDALIAN-KOROSI-PADA-KAPAL](#). Diakses pada tanggal 13 Desember 2018

<https://www.corrosion.nl/iccp-cathodic-protection/> Diakses pada tanggal 13 Desember
2018

<http://herdiantomedan.blogspot.com/2012/11/prinsip-dasar-sistem-proteksi-katodik.html>
Diakses pada tanggal 13 Desember 2018