

alteranative pemecahan masalah yang telah ditentukan dan diakhiri dengan pemecahan masalah yang dipilih.

BAB V. PENUTUP

BAB ini berisikan tentang kesimpulan yang memuat jawaban terhadap masalah penelitian yang telah dibuat berdasarkan hasil pembahasan serta saran yang memuat tentang usul – usul dan saran konkrit bagi pemecaham masalah.



A. Tinjauan Pustaka

Untuk menunjang pembahasan mengenai strategi penanganan terhadap karat pada pipa muatan di MT. Fatmawati, maka perlu diketahui dan dijelaskan beberapa teori penunjang dan pengertian tentang karat yang penulis ambil dari sumber pustaka terkait dengan pembahasan skripsi ini.

1. Penanganan

Penanganan adalah proses, cara, perbuatan menangani atau usaha yang digunakan untuk mengatasi berbagai masalah atau menyampaikan suatu maksud; akal; ikhtiar sehingga masalah dapat segera diatasi.

2. Karat

a. Pengertian karat

Karat adalah lapisan merah (kekuning-kuningan) yang melekat pada besi dan sebagainya akibat dari porses kimia. Pendapat lain menurut Supardi, H. R.(2003 : 1) karat adalah proses degradasi (deteroisasi) atau kerusakan material yang terjadi disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekeliling. Sedangkan pendapat lain mengatakan tentang karat adalah suatu proses oxidasy antara zat asam dengan besi, sehingga terjadi karat (Edi santoso, 1999). Pendapat lain menurut Chamberlain, J (2004 : 4) karat adalah gejala destruktif yang mempengaruhi hampir semua logam.

Menurut (<http://id.wikipedia.org/wiki/korosi>) mengatakan karat adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi dengan lingkungan yang korosif. Karat dapat juga diartikan sebagai serangan yang merusak logam karena logam bereaksi secara kimia atau elektrokimia dengan lingkungan. Ada definisi lain yang mengatakan bahwa karat adalah kebalikan dari proses ekstraksi logam dari bijih mineralnya.

b. Tipe-tipe karat

Menurut Supardi, H.R.(2003 : 6-12) karat dibedakan menjadi beberapa tipe yaitu :

1). Karat Merata

Contohnya pada pelat baja atau profil, permukaannya bersih dan logamnya homogen, bila dibiarkan di udara biasa beberapa bulan maka akan berbentuk karat merata pada seluruh permukaannya. 0,4 % (baja corren di PT. KS).

2). Karat berbentuk sumur

Terjadinya karat jenis ini karena komposisi logam yang tidak homogen dan dapat menimbulkan karat yang dalam beberapa tempat, serta dapat terjadi karena adanya kontak langsung antara logam yang berlainan dan logam kurang mulia, maka pada daerah batas akan timbul karat berbentuk sumur.

3). Karat erosi

Karat ini dapat terjadi karena *impingment corrosion*, yaitu akibat fluida yang sangat deras dan dapat mengikis *film* (lapisan pelindung) pada logam. Seperti logam yang terkena erosi akibat terjadi keausan sehingga menimbulkan bagian-bagian yang tajam dan kasar. Bagian inilah yang mudah terserang karat karena telah kehilangan lapisan pelindung akibat erosi. Upaya pengendaliannya adalah hindari aliran fluida yang terlalu deras, dan kurangi belokan fluida.

4). Karat galvanis

Bila logam besi kontak langsung dengan tembaga dimana tembaga lebih mulia maka besi akan bersifat anodic dan akan meniggalkan diri sehingga akan terjadi karat yang berat pada besi, sedangkan tembaganya tetap utuh. Upaya pengendaliannya adalah berikan *isolator* yang tebal hingga tidak ada aliran elektron.

5). Karat tegangan

Logam yang dibentuk dingin (diregangkan, ditekuk dan sebagainya) maka walaupun tidak sampai patah atau retak tetapi butiran logamnya berubah bentuk hingga timbul tegangan dalam. Butiran logam yang tegang ini mudah sekali bereaksi dengan lingkungannya, hingga suatu saat benda itu akan retak atau pecah dengan sendirinya.

6). Karat celah

Karat ini terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lain atau non logam dan diantaranya terdapat celah yang dapat menahan kotoran dan air yang menjadi sumber karat, karena terjadi penumpukan kotoran pada celah tersebut dan kotoran tersebut akan bereaksi dengan lingkungannya, maka timbullah karat pada celah tersebut.

7). Karat mikrobiologis

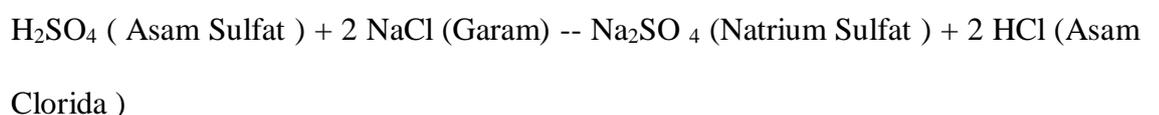
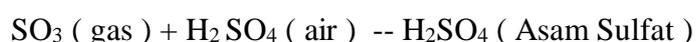
Mikroorganisme untuk hidupnya melakukan metabolisme secara langsung maupun tidak langsung dengan logam sehingga hasil dari reaksi akhir akan menimbulkan lingkungan yang dapat mempercepat terjadinya karat. Apabila di kapal hal ini dapat terjadi di bagian Lunas kapal serta tanki-tanki *ballast* karena sering terendam air laut yang bercampur dengan mikro organisme. Upaya pengendaliannya adalah khlorinasi supaya bakterinya mati, dan diberi cat anti fouling.

8). Karat kavitasi

Bila dalam suatu turbin, alirannya dipercepat maka tekanan aliran akan mengecil sehingga pada temperatur tertentu akan terjadi tekanan jenuh dari uap airnya, maka selanjutnya akan berubah menjadi uap air dan akan membentuk gelembung-gelembung air. Udara yang larut akan membentuk gelembung udara. Gelembung udara dan gelembung uap air akan terbawa oleh aliran air. Suatu saat aliran akan mengecil (bila pada turbin akan terjadi pada suhunya), maka pada saat itu gelembung-gelembung akan pecah dan mengakibatkan terjadinya kavitas pada logam (logam terkikis pada sudut-sudut turbin). Setelah terjadi kavitas terjadi reaksi dengan air maka muncul peristiwa karat.

9). Karat temperatur tinggi

Beberapa pesawat helikopter USA telah jatuh di Vietnam bukan oleh peluru tapi disebabkan telah terjadi karat pada temperatur tinggi yang dicemari oleh gas SO_2 dan SO_3 hasil pembakaran pada turbin gas. Di daerah pantai udaranya banyak mengandung $NaCl$ (Natrium Clorida / garam) pada sudut turbin yang bertekanan tinggi akan terkondensasi Na_2SO sebagai hasil reaksi :



Na_2SO_4 dalam keadaan temperatur tinggi menjadi cair dan akan menyerang logam hingga larut dan menimbulkan kecelakaan pada helikopter di Vietnam.

10). Karat antar kristal

Dimana terjadi karat pada batas krista biasanya akibat serangan elektrolit, karena tegangan pada krista adalah paling tinggi.

11). Karat lelah

Bila logam mendapat beban siklus yang terus berulang, tapi masih dibawah kekuatan luluh logamnya, maka setelah sekian lama akan patah karena akan terjadi kelelahan logam (contohnya pegas mobil yang dapat patah lelah). Kelelahan dapat dipercepat dengan adanya serangan karat yang sering menimbulkan kecelakaan seperti pada turbin uap. Dan juga pada pengeboran minyak dan pecahnya baling-baling kapal laut sering terjadi akibat patah lelah. Cara menentukan kerusakan akibat patah lelah harus dengan fraktografi dan SEM (Scanning Elektron Microscope).

Berdasarkan teori-teori diatas dapat diambil kesimpulan mengenai karat secara umum yaitu apabila dua logam berlainan ditempatkan dalam cairan yang dapat mengalirkan listrik dan dihubungkan satu sama lain maka mengalirlah suatu aliran listrik. Logam yang kurang mulia oleh aliran akan berubah menjadi persenyawaan logam. Persenyawaan logam yang kurang mulia tersebut itulah yang disebut dengan karat.

c. Penyebab Terjadinya Karat Pada Pipa Muatan

Menurut Santoso, edi (1999:7-9) proses karat dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1). Proses kimia alam

Proses karat ini disebabkan adanya kelembaman, asam, garam, oksidasi, dan suhu. Karena kapal selalu berlayar di lautan, maka kapal sangat rentan sekali timbul karat. Terutama karat sering timbul pada pipa – pipa muatan yang berada di atas deck,

yang dikarenakan kelembaban udara di laut dan sering naiknya air laut ke atas deck yang mengandung garam yang bisa mempercepat timbulnya karat.

2). Proses kimia listrik

Dikarenakan pada material baja (kulit kapal), terdapat potensi molekul-molekul yang berbeda ada yang bertenaga positif (anode) dan yang bertenaga negatif (kathode), dengan adanya zat pengantar elektrolit (air laut), maka akan timbul aliran listrik (listrik galvanis) dalam elektrolit dari katode (+) ke anode (-) sedang di udara dari anode ke katode. Dengan adanya aliran tersebut akan menimbulkan erosi di pool kutub (+) dan penimbunan di pool kutub (-).

Sehingga pada baja timbul pembengkakan dimana-mana yang disebut karat. Biasanya proses kimia ini yang menyebabkan timbulnya karat pada lambung kapal, lubang sea chest, sekitar baling – baling. Untuk penanganannya biasa dipasang zink anoda pada lambung kapal dan bagian kapal yang berdekatan dengan logam lain yang berada di dalam air.

Pendapat lain mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi timbulnya karat oleh air laut terhadap pipa – pipa muatan kimia adalah kelembaban udara, adanya oksigen, kecepatan arus laut, adanya perbedaan potensi sesama logam atau struktur yang tidak homogen, adanya mikroba/binatang laut lainnya, kadar zat yang terlarut dalam air laut, pengelasan logam yang tidak sempurna, pengecatan yang kurang tepat. Semua itu merupakan penyebab timbulnya karat pada pipa – pipa muatan, terutama muatan kimia di atas kapal.

Karat dapat menyebabkan kerusakan material yang diakibatkan lingkungannya, jadi penyebab proses terjadinya karat di atas kapal ada bermacam-macam yaitu:

1). Karat akibat hilangnya kotoran baja (*mild scale*)

Mild scale merupakan suatu stimulator yang kuat sekali untuk menahan proses karat terhadap baja. *Mild scale* pada *mild steel* terdiri dari tiga lapisan yaitu yang terluar

adalah karat merah (*red strust*) atau ferri oksida (Fe_2O_3), lapisan tengah ialah magnetic oksida berwarna hitam (Fe_3O_4), lapisan yang terakhir relative agak tebal dari ferro oksida FeO didekat metalnya.

2). Karat akibat arus listrik

Karat ini diakibatkan oleh kebocoran listrik satu ampere sesuai dengan 1,04 gram besi. Lintasan arus ini lebih besar melalui air dibanding melalui badan kapal, tetapi arus yang melalui badan kapal tidak akan mengakibatkan karat karena sama dengan kapal yang mempunyai *ground* pada badan kapal.

3). Karat akibat pengaruh turbulensi dan pukulan (*notch*)

Karat akibat pengaruh dari pukulan dapat menyebabkan karat lokal, dikarenakan cat yang rusak atau *mild scale* atau sebab lain.

4). Karat akibat metal yang berlainan (*dissimilar metal*)

Metal-metal berlainan apabila berada didalam air laut mengakibatkan karat, biasanya terjadi pada kapal-kapal yang dilengkapi dengan baling-baling dari *bronz*. Dalam hal ini baling-baling merupakan katode terhadap bajanya, sehingga ion-ion besi akan lebih di daerah-daerah yang anodis.

Sesuai dengan pembahasan awal tentang perawatan terhadap kapal, maka kerusakan karat dapat dikendalikan serendah mungkin.

Sehingga kapal dapat dipakai lebih lama walaupun umur kapal sudah tua dan dapat memperkecil biaya perbaikan. Caranya ialah dengan pengendalian dan perawatan secara *preventif* (pencegahan) supaya menghambat serangan karat. cara ini lebih baik dari pada memperbaiki secara *represif* yang biayanya akan jauh lebih besar.

d. Penanganan karat

1). Melakukan Pencegahan

Menurut Marbun (2003:331) pencegahan adalah upaya pengendalian dan penanggulangan atau pemilihan. Menurut Santoso, Edy (1999 : 9) menyatakan tentang pencegahan karat yang sering terjadi pada bagian-bagian kapal, antara lain dengan penggunaan lapisan pelindung. Menurut Armanto dan Daryanto (2003 : 141) mengatakan tentang perlindungan katodis, yaitu menaikkan hambatan listrik dan mencegah proses terjadinya karat. Oleh karena karat merupakan gejala listrik akibat tegangan, maka memberantas karat juga dengan menghilangkan perbedaan tegangan itu.

Menurut Supardi, H.R (2003 : 104-107) mengatakan tentang pencegahan terhadap karat pada pipa – pipa muatan kimia oleh air laut dapat dilakukan sebagai berikut:

a). Dengan pengecatan dan semacamnya

Cat anti karat (jenis ini termasuk *boot top paint*), digunakan marine paint karena memiliki sifat tahan terhadap : reaksi kimia, cuaca, kelembaban, kotoran-kotoran dan mudah mengerjakannya. bagian terpenting dari pengecatan adalah pembersihan permukaan terhadap segala macam kotoran sisa-sisa karat, mill scale, kotoran-kotoran laut, minyak, debu dan lain-lain.

Beberapa cara persiapan permukaan yang sering dilakukan adalah :

i). Dengan cara cairan yang sama.

Cairan naptha, gasolin putih, tiner dan semacamnya dimaksudkan untuk membersihkan minyak dan lemak, umumnya diikuti dengan pembersihan dengan air dan *detergen* (sabun).

ii). Dengan tenaga fisik baik mekanik maupun secara manual.

Cara mekanis misalnya dengan menggunakan sikat baja putar, alat pemukul (*impact tools*) yang umumnya digerakkan oleh angin atau tenaga listrik. Secara

manual misalnya dengan menggunakan sikat baja pengerok, palu pahat, (chipping) dan martil.

iii). Pembersihan dengan nyala.

Umumnya digunakan alat jenis multiple jet burner (*asetelin*). Dikerjakan setelah minyak dan gemuk dihilangkan dengan pelarut yang sesuai, selanjutnya diikuti dengan skrap atau sikat baja.

iv). Pancaran pasir (Sand Blasting). Secara efektif mampu membersihkan mill scale dan karat, namun peralatannya cukup mahal dan hanya tersedia di docking. Dapat menimbulkan bahaya silikosis bila terhirup waktu bernafas.

v). Dengan mengkaratkan lebih dahulu dengan air laut.

Disiramkan, dibiarkan berkarat selanjutnya digunakan sikat baja. Tetapi akhir-akhir ini pelat-pelat baru dari pabrik untuk kapal sudah langsung diolah dengan permanent untuk menghilangkan mill scale.

vi). Cat Anti Fouling

Menurut Capt. Edy Santoso, M.M (1999 : 22). Cat anti fouling adalah suatu cat yang berada pada lapisan terluar yang digunakan sebagai penghambat timbulnya karat dan pencegah tritip – tritip pada lapisan baja di bottom kapal. Tetapi pada dasarnya anti fouling itu sendiri mempercepat karat maka secara tidak langsung juga menahan karat.

b). Cara-cara lain selain cat

Perlindungan katodis digunakan Zink-anode pada struktur dan pada buritan kapal dan daerah disekitar bagian yang terendam oleh air laut. Zink-anode adalah logam seng yang digunakan sebagai anoda yang ditempelkan pada lapisan – lapisan kapal yang mudah rusak karena berdekatan dengan logam – logam jenis lain. Berapa Kg dan ukuran yang digunakan tergantung pada luas yang dilindungi, dimaksudkan untuk

tahan beberapa lama. Cara lain dari sistem perlindungan dengan arus searah dan menggunakan grafit sebagai anode yang dihubungkan dengan kutub positif dari sumber arus searah dan baja kapal sebagai kutub negatifnya.

i). Metallic Coating adalah suatu cara untuk mencegah timbulnya

karat dengan melapisi logam dengan logam lain, baik logam yang lebih mulia dari metal dasar maupun yang kurang mulia. Contohnya pipa – pipa air bagian luar dilapisi seng.

ii). Dengan menggunakan dua logam yang berdekatan dalam deret

galvanisnya, supaya tidak terjadi karat galvanik.

iii). Mengusahakan permukaan serata mungkin.

Cohtohnya hubungan kelingan-kelingan yang tidak melekat benar sering merupakan titik mula dari karat dan juga hasil pengelasan yang tidak merata.

Berdasarkan pendapat diatas dapat diambil kesimpulan bahwa pencegahan karat merupakan perawatan terhadap baja jika karat belum muncul pada logam baja tersebut. Pencegahan terhadap karat perlu diperhatikan secara khusus karena dapat berpengaruh besar pada operasional kapal, sehingga dalam pelaksanaan perawatan kapal yang optimal dapat memperlama proses terjadinya karat. Antisipasi dini merupakan tindakan yang tepat guna mencegah karat munculnya pada logam baja.

2). Penanggulangan karat

Menurut(http://organisasi.org/tips_dan_cara_mencegah_dan_mengatasi_besi_berkarat_karat_korosi_tips_umum_sains_kimia)adalah beberapa cara untuk menanggulangi besi atau logam lain (pipa – pipa muatan kimia) agar tahan dari proses perkaratan :

a). Melapisi besi atau logam lainnya dengan cat khusus besi yang banyak di jual di toko-toko bahan bangunan.

- b). Membuat logam dengan campuran yang serba sama atau homogen ketika pembuatan atau produksi besi atau logam lainnya di pabrik.
- c). Pada permukaan diberi oli atau vaselin.
- d). Menghubungkan dengan logam aktif seperti magnesium/Mg melalui kawat agar yang berkarat adalah Magnesiumnya. Hal ini banyak dilakukan untuk mencegah berkarat pada tiang listrik besi atau baja. Mg ditanam tidak jauh dari tiang listrik.
- e). Melakukan proses galvanisasi dengan cara melapisi logam besi dengan seng tipis atau timah yang terletak disebelah kiri *deret volta*.
- f). Melakukan proses elektrokimia dengan jalan memberi lapisan timah seperti yang biasa dilakukan pada kaleng.

Penanggulangan terhadap karat pada pipa muatan kimia secara umum yang pertama adalah dengan membersihkan bagian baja atau besi yang berkarat. Kegiatan pembersihan ini mencakup di dalamnya mengetok dan menyikat hingga tidak ada sisa karat pada permukaan baja yang berkarat. Upaya penanggulangan karat dapat terlaksana secara optimal jika kita mengerti apa itu karat, penyebab karat, jenis-jenis karat. Dan dalam usaha ini diperlukan pengetahuan tentang karat maka akan mempermudah dalam perawatan konstruksi kapal

e. Penelitian tentang karat

Banyak parapakar ilmiah yang meneliti cara penanggulangan terjadinya karat yang lebih optimal, sehingga pelaksanaan perawatan terhadap karat tersebut dapat berlangsung secara efektif dan efisien.

Ada suatu kejadian yang perlu kita mendapat perhatian kita, seperti halnya ada candi yang terbuat besi yang secara ditempa, di New Delhi (India), sudah ratusan tahun umurnya tetapi tidak terjadi karat. Jadi telah lama orang menemukan besi murni yang diberi paduan secara tepat. Pernah ditemukan pelampung untuk memberi tanda dilaut yang terbuat dari

besi cor kelabu ternyata setelah 30 tahun masih tetap baik, sedangkan yang terbuat dari baja sudah beberapa kali diganti. Sebagai contoh, besi dipadukan dengan tembaga ternyata jauh lebih tahan karat dari yang tanpa paduan, mobil buatan USA yang lama (tahun 50 an) karena mengandung C_u kurang lebih 0.5 % sangat tahan karat bila dibandingkan mobil rakitan Indonesia yang mudah terkena karat.

Kecepatan sangat berbeda pada baja yang sama tetapi ditempat yang berlainan. Hal ini disebabkan karena tempat yang berbeda akan mempunyai komposisi udara yang berbeda pula. Beberapa percobaan membuktikan sebagai berikut:

1). baja tanpa lapisan (*non millscale*)

2). baja dengan *millscale*

3). baja lapis seng

Menurut laporan Iron Steel Institut (38), ditempat kering seperti Khourtoon (Sudan), maka kecepatan karat:

1). Baja dengan millscale = 1 ppm/ tahun

2). Baja non millscale = ½ ppm/ tahun

3). Baja lapis seng = tidak ada

hal ini disebabkan kota Khourtoon adalah panas dan sangat kering.

Menurut http://www.ruststopindonesia.com/rust_prevention.htm menjelaskan tentang karat pada dasarnya adalah proses kimia elektronik, dimana reaksi kimia terjadi lewat pertukaran elektron. Pada kondisi normal, metal yang mengandung *iron atoms* (atom besi), *impurities* (material tidak murni) dan *free elektrons* (elektron bebas) dalam jumlah besar, *impurities* memiliki sedikit ion positif karena itu menimbulkan perbedaan voltase antara atom *impurity* dan atom besi. Dalam hal ini atom besi yang menjadi katode (-) dan atom *impurity* yang menjadi anode (+). (Gambar 01 terlampir)

Perbedaan voltase ini biasanya sekitar 1.1 volt. Karena atom-atom *impurity* mempunyai voltase yang lebih tinggi maka ada daya tarik-menarik dengan elektron bebas yang mana memiliki ion negatif. Jika udara lembab pada metal, maka udara lembab tersebut akan menjadi elektrolit yang menjadi bahan penghantarbagi elektron bebas untuk pindah dari atom besi (-) dan menyerang *impurities* (anode) yang mempunyai ion positif pada metal tersebut. Reaksi demikian disebut

proses oksidasi (pengkaratan). Di daerah pesisir pantai yang udaranya memiliki kandungan garam yang cukup tinggi (berasal dari air laut) dapat meningkatkan proses karat. Berikut ini adalah faktor-faktor yang memicu terjadinya karat (besi/baja + air + elektron bebas = karat. (Gambar 02 terlampir).

3. Bahan Dan Macam-Macam Cat

a. Bahan-bahan cat

Pembuatan cat memerlukan bahan-bahan yang disesuaikan dengan jenis cat dan kegunaan dari cat tersebut. Pada dasarnya bahan-bahan cat sangat beragam. Menurut Trethewey dan Chamberlain (2004:249) mengatakan bahwa bahan-bahan pembuat cat pada dasarnya terdiri atas :

1). Wahana (*vehiclen*)

Yaitu zat cair yang berupa solvent yang dapat membuat cat mempunyai fluiditas dan bila mengering atau menguap meninggalkan suatu selaput padat.

2). Pigmen

Zat yang terkandung dalam wahana berfungsi untuk mengendalikan proses terjadinya karat juga digunakan untuk menentukan warna pada cat.

3). Aditif

Suatu zat yang berupa blinder yang dapat mempercepat proses pengeringan atau memungkinkan lapisan cat kering lebih tahan terhadap lingkungan kerja. Blinder menahan pigmen diposisi masing-masing, mengikat lapisan ke permukaan dan menjadi penghalang yang membatasi masuknya air, oksigen dan ion-ion agresif ke permukaan logam.

b. Macam-macam cat

Jenis cat dapat dibagi berdasarkan jenis penggunaan ataupun bahan kimia yang ada dalam cat tersebut.

1). Cat primer pra-fabrikasi

Cat ini dipakai untuk membersihkan, membebaskan baja dari karat untuk melindunginya selama tahapan fabrikasi atau perakitan yang memakan waktu sampai beberapa bulan.

2). Cat primer pra-perlakuan.

Cat ini digunakan untuk menyiapkan permukaan logam untuk menjamin diperolehnya adhesi serta untuk kerja cat akhir yang baik. perlindungan terhadap karat yang diberikannya kepada logam terbatas, maka harus segera diikuti pelapisan akhir begitu lapisan primer itu kering.

3). Cat minyak

Mempunyai bahan dasar minyak nabati seperti minyak rami (*linseed*) atau minyak kayu (*tung oil*), proses pengeringannya membutuhkan waktu yang relative lama, karena itu cat harus dibiarkan sampai 48 jam sebelum ditimpa lapisan baru dan harus ditunggu selama 7 hari sebelum cat akhir diberikan.

4). Cat oleoresin (*vernish*)

Digunakan untuk membentuk wahana, resin berfungsi memperbaiki sifat-sifat pengeringan dan pengikatan lapisan dan merupakan penyempurnaan dari cat minyak

yang sederhana. Untuk cat tipe resin fenolat tahan terhadap abrasi sehingga cocok untuk permukaan kering. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal pada saat pengecatan permukaan baja tidak boleh lembab.

5). Resin epoksid

Merupakan kelompok cat yang sangat beragam yang mengering melalui reaksi polimerisasi antara resin epoksid dan *agent* pengering. Golongan pertama mengering dengan cara peniupan (*air drying*) dan golongan kedua dengan cara pemanggangan (*stoving*), masing-masing menggunakan *agent* pengering yang berbeda. Golongan pertama diproduksi dalam kemasan ganda dengan *agent* pengering yang diperlukan, sebuah senyawa amina dicampur dahulu dengan resin tepat sebelum cat digunakan. Golongan kedua cukup stabil pada suhu kamar sehingga agen pengering adalah sebuah fenolat dapat disatukan dengan resin dalam wadah yang sama, reaksi polimerisasi baru terjadi pada saat proses pemanggangan.

6). Poliuretan

Cat ini sangat mahal dan tidak dapat bekerja dengan baik bila kelembaban terlalu tinggi atau permukaan basah ketika cat diulaskan. Cat primer pra-perlakuan sangat dianjurkan sebelum penggunaan cat ini. Keuntungan dari cat ini adalah tahan terhadap minyak dan lemak. Cat ini dapat membentuk lapisan yang sangat efektif untuk struktur baja yang terendam air laut.

7). Seng anorganik

Lapisan ini pada dasarnya adalah kombinasi bubuk seng dan senyawa silikat kompleks, sedangkan sebagai pengikat adalah sistem yang dapat larut dalam air atau sistem pelarut yang dapat mengering sendiri. Lapisan ini kuat, tahan kikisan dan tahan terhadap pengaruh lingkungan.

8). Cat anti pengotoran (anti fouling)

Cat ini diberikan pada struktur yang terendam air laut sebagai lapisan terakhir. Cara ini melepaskan racun kedalam air untuk mencegah organisme hidup menempel pada struktur tersebut. Umumnya dikerjakan setelah paling sedikit dicat dengan anti korosi (Corrosion Paint) dua kali.

c. Cara Pengecatan

Penyebab utama kegagalan pengecatan dalam kaitannya dengan lingkungan, antara lain :

- 1). penyiapan permukaan yang buruk atau kurang sempurna (kurang bersih).
- 2). pengerjaan pelapisan cat dilakukan dalam kondisi lingkungan yang tidak tepat.
- 3). metode yang digunakan tidak tepat.

Maka dari itu sebelum dilakukan pengecatan harus dilakukan persiapan permukaan yang akan dicat, antara lain pembersihan permukaan dengan cara penyetakan (*chipping*) untuk permukaan yang telah terjadi karat secara bersih tanpa meninggalkan sisa dan kemudian dibersihkan dari serpihan-serpihan karat yang telah lepas.

Pemilihan cat untuk kapal tergantung dari jenis pelayaran yang dilakukan sehingga mendapatkan hasil yang optimal. Jenis cat yang digunakan untuk melindungi bagian-bagian kapal dari karat yaitu :

a). Bagian kapal yang diatas air

Tahap pertama yaitu dilakukan pengecatan menggunakan cat primer pra-perlakuan atau meni yang berbahan dasar seng kromat, kemudian pengecatan akhir yang berbahan dasar alkid.

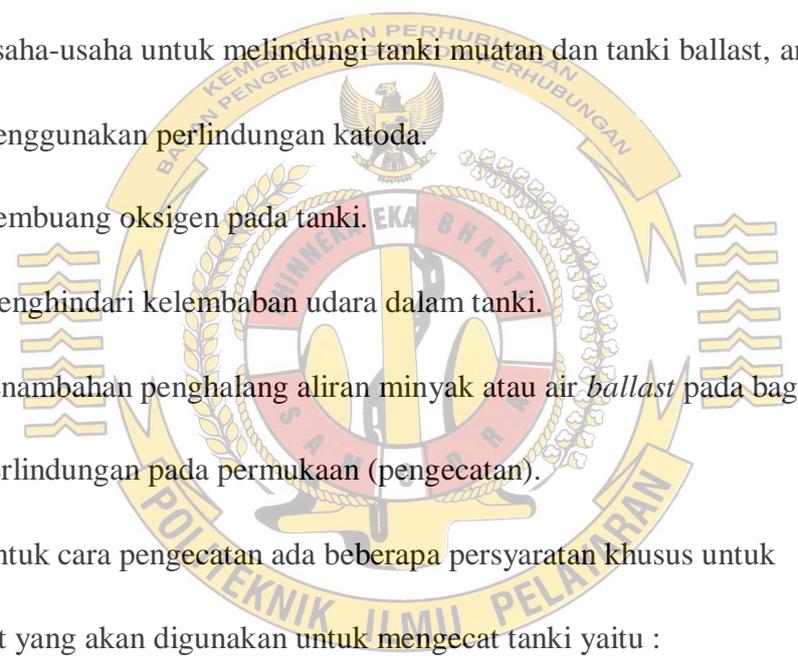
b). Bagian dalam kapal

Pada bagian dalam kapal cat akhir yang digunakan adalah kebanyakan berbahan dasar aluminium yang fungsinya adalah untuk membantu pencahayaan.

c). Tanki muatan dan tanki *ballast*

Karat yang parah terjadi pada tanki muatan pada kapal tanker, pada kapal yang mengangkut produk minyak olahan hanya mengalami karat ringan karena muatannya tidak meninggalkan lapisan berminyak pada permukaan tanki, akan tetapi untuk kapal yang memuat minyak mentah akan meninggalkan lapisan berminyak atau berlilin pada permukaan tanki sehingga akan terjadi karat. Karena beberapa jenis minyak mentah mengandung campuran sulfur dan sisa dari minyak ini dapat bereaksi dengan air dan oksigen sehingga membentuk asam sulfur. Begitu juga untuk tanki *ballast* sangat rawan dengan karat karena tanki ini digunakan untuk menampung air laut yang banyak mengandung garam, sehingga dapat mempercepat terjadinya karat.

Usaha-usaha untuk melindungi tanki muatan dan tanki ballast, antara lain:

- 
- i). Menggunakan perlindungan katoda.
 - ii). Membuang oksigen pada tanki.
 - iii). Menghindari kelembaban udara dalam tanki.
 - iv). Penambahan penghalang aliran minyak atau air *ballast* pada bagian dalam tanki.
 - v). Perlindungan pada permukaan (pengecatan).

Untuk cara pengecatan ada beberapa persyaratan khusus untuk cat yang akan digunakan untuk mengecat tanki yaitu :

- i). Harus tahan terhadap semua jenis minyak, air ballast dan usaha pembersihan tanki.
- ii). Tidak terkontaminasi dengan muatan.
- iii). Tahan terhadap segala kondisi pelayaran.

Cat yang sesuai untuk persyaratan tersebut diatas adalah cat yang mempunyai komposisi bahan dasar vinyl, isocyanate atau reksin epoksi. Penggunaan lapisan pelindung tidak terbatas pada pemakaian cat saja akan tetapi dapat juga menggunakan lapisan logam sebagai pelindungnya, logam dapat dilapisi dengan logam lainnya dengan proses

pencelupan ke dalam logam cair. Sebagai contoh pelat baja atau kawat baja yang dicelupkan dalam seng cair, dapat juga menggunakan tembaga, nikel atau perak.

4. Solas

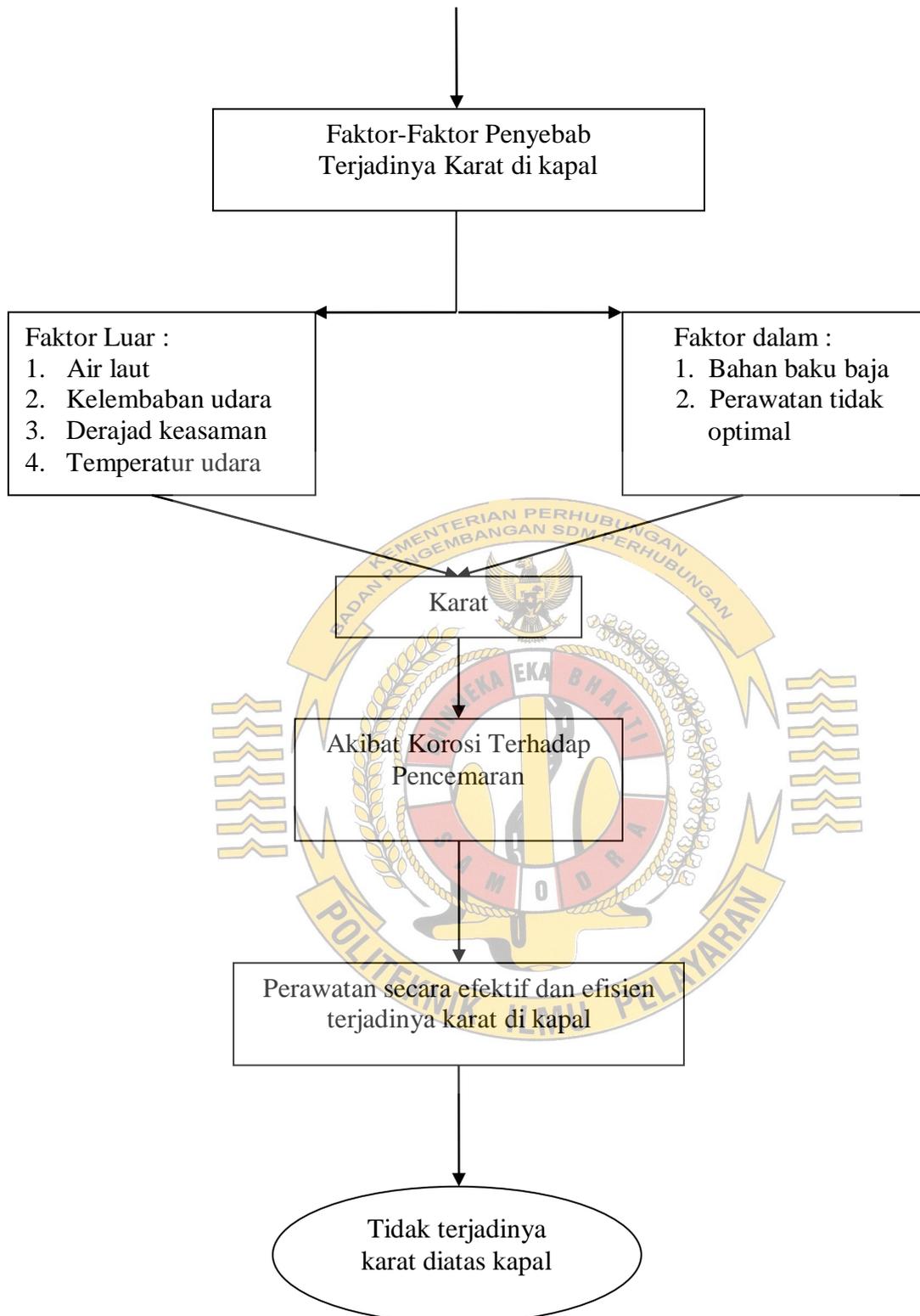
SOLAS merupakan pedoman bagi kapal, pemilik kapal, serta pemerintah yang tergabung dalam IMO dalam melaksanakan semua kegiatan yang berhubungan dengan dunia kemaritiman. Semua negara-negara yang tergabung dalam IMO wajib memenuhi semua yang terkandung didalamnya atau apabila ada salah satu aturan yang tidak dilaksanakan atau bahkan dilanggar maka akan mendapatkan sanksi.

Peraturan yang ada dalam SOLAS yang berkaitan dengan masalah yang dibahas dalam skripsi ini adalah SOLAS Regulation 6 part B tentang *Inspection and Survey* dan regulation 11 tentang *maintenance of condition after survey*.

B. Kerangka Pikir Penelitian

Untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan perumusan masalah tentang bagaimana perencanaan dan perawatan terhadap karat pada pipa muatan kimia yang terjadi di atas kapal, serta mencari alternatif kerja dalam pemecahan masalah yang ditemui di lapangan, maka akan dipaparkan dari temuan penelitian secara deskriptif. Sehingga penulis dapat menyajikan kerangka pemikiran sebagai berikut.

Penanganan korosi
pada pipa muatan kimia



Penanganan korosi pada pipa yang bermuatan kimia adalah salah satu upaya untuk mencegah pencemaran laut. Karat (korosi) tersebut merupakan salah satu masalah yang sering terjadi diatas kapal. Adapun beberapa faktor penyebab terjadinya karat diatas kapal, diantaranya adalah faktor dari luar dan faktor dari dalam. Faktor dari luar disini yang pertama adalah air laut

dan derajat keasaman, air laut memiliki kadar garam yang tinggi dan derajat keasaman yang tinggi pula yang dapat mempercepat proses terjadinya karat. Kedua kelembapan udara yang tinggi karena pada uap air didalam udara terkandung unsur garam yang dapat mempercepat proses terjadinya karat. Terakhir temperatur udara, temperatur yang tinggi dapat memudahkan lapisan pelindung pada pelat baja sehingga mempercepat proses terjadinya karat. Sedangkan untuk faktor dari dalam yang pertama adalah bahan baku baja, baja sangatlah rentan terhadap timbulnya karat. Kedua adalah perawatan tidak optimal, perawatan yang tidak dilakukan secara rutin dan baik dapat mempercepat terjadinya karat.

Jika permasalahan tersebut tidak diatasi secara tepat maka secara perlahan akan mengakibatkan pencemaran terhadap awak kapal dan lingkungan laut. Sangat berbahaya jika karat menyebabkan pipa muatan kimia bocor dan kimia tersebut terkena langsung oleh tubuh. Sangat besar pula yang ditimbulkan jika minyak atau bahan kimia tumpah ke laut akibat bocornya pipa muatan karena karat.

Sistem perawatan harus berpanduan dari prosedur tentang perawatan yang sesuai dan juga peralatan yang tersedia harus sesuai sehingga awak kapal dapat lebih mengoptimalkan penanggulangan dan pencegahan terjadinya karat. Dengan berlangsungnya perawatan yang efektif dan efisien maka kita dapat mencegah pencemaran laut.

C. Definisi Operasional

Adapun definisi operasinol ini berguna untuk pembaca supaya mudah dalam memahami kata-kata yang dianggap asing pada penulisan skripsi ini :

1. IMO : Internasional Maritime Organisation adalah organisasi Maritme internasional dibawah naungan perserikatan bangsabangsa
2. SOLAS : Safety Of Life At Sea merupakan konvensi yang mengatur mengenai keselamatan maritime yang utama.

3. Korosi : proses degradasi atau perusakan material yang terjadi akibat pengaruh lingkungan sekitarnya, dan lebih kita kenal dengan istilah karat.
4. Mild scale : lapisan pada plat baja yang baru selesai dicetak dimana dimana plat telah dipanasi antara 700°C sampai 1000°C
5. Chipping : alat yang digunakan untuk mengetok karat di kapal dan bentuknya seperti hammer atau mesin chipping.
6. Inhibitor : suatu zat yang dipakai sebagai lapisan untuk menghambat terjadinya karat.
7. Deret volta : urutan logam-logam (ditambah hidrogen) berdasarkan
 - a. kenaikan potensial elektroda standarnya, "Li K Sr Ca
 - b. Ca Mg Al Mn Zn Cr Fe Ni Co Sn Pb H Cu Hg Ag Pt
 - c. Au".

