

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Setiap pesawat yang ada di atas kapal umumnya sudah dilengkapi dengan buku panduan, baik pengoperasian, perawatan, dan perbaikan. Bahasa yang digunakan yaitu bahasa Inggris sebagai bahasa internasional. Penggunaan bahasa Inggris dimaksudkan untuk memudahkan semua awak kapal dalam memahami maksud dan tujuan buku tersebut sebagai pedoman untuk pengoperasian, perawatan, dan perbaikan di atas kapal.

1. Uraian *Marine Growth Prevention System*

Berdasarkan buku (KC. LTD. 2010, *Final Drawing & Operation Manual MGPS*, Korea). MGPS bekerja dengan metode atau prinsip elektrolit yang bekerja memberi perlindungan secara terus menerus. Dengan penggabungan dua sistem yaitu instalasi pipa *anti-fouling* dan *supresi* korosi (*corrosion suppression*). Dengan kontrol dari panel *power supply* tegangan rendah yang di salurkan ke sebuah anoda yang terhubung langsung dengan cairan di dalam (air pendinginan) pada jaringan pipa untuk mencegah *pertumbuhan marine growth* dan meminimalisir pengaruh keasaman kadar cairan terhadap proses korosi di sepanjang instalasi pipa.

Keistimewaan dari pemakaian sistem ini adalah karena ramah lingkungan, tidak memakai bahan kimia untuk menetralkan

kondisi cairan. Yang pasti sesuai dengan aturan yang berlaku pada klasifikasi aturan internasional. Sistem ini terdiri dari sepasang tembaga dan aluminium. Anoda tembaga menghasilkan ion yang mengalir melalui media cairan yang bersentuhan langsung dengannya yaitu air laut. Dan ion tersebut berpotensi menghambat pertumbuhan kerang dan teritip di sepanjang *range* aliran arus anoda. Tanpa perlindungan pipa *anti-fouling*, pipa bisa saja penuh dengan organisme yang lama kelamaan dapat mengakibatkan penyumbatan sehingga mengurangi efisiensi sistem pada instalasi pipa.

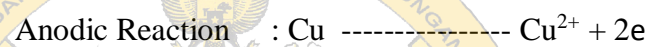
a. Prinsip kerja *Marine Growth Prevention System*

Sistem ini terdiri dari sepasang tembaga dan aluminium yang disebut anoda. Anoda tembaga menghasilkan ion yang mengalir melalui media cairan (air laut pendinginan) yang bersentuhan langsung dengannya. Dan ion tersebut berpotensi menghambat pertumbuhan kerang dan teritip di sepanjang *range* aliran arus anoda. Tanpa perlindungan pipa *anti-fouling*, pipa bisa saja penuh dengan organisme yang lama kelamaan dapat mengakibatkan penyumbatan dan pengerosan sehingga mengurangi efisiensi sistem pada instalasi pipa.

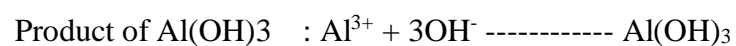
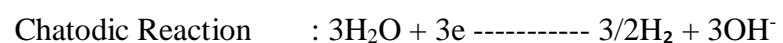
Sistem ini menghasilkan ion *anti-fouling* menggunakan anoda paduan khusus. Ada dua jenis yang

dikenal sebagai anoda CU (Tembaga) dan anoda AL (Aluminium). Anoda CU (Tembaga) diproduksi dari tembaga sebagai komponen utama pada sistem. Anoda tembaga menghasilkan ion yang kemudian diangkut oleh air laut dan dibawa ke sistem air laut melalui pipa-pipa untuk mencegah pertumbuhan *marine growth*.

Mereka melepaskan ion selama elektrolisis sebagai reaksi berikut:



(Aluminium) Anoda disediakan sebagai bagian tambahan untuk sistem. Pada reaksi anoda aluminium secara perlahan menghasilkan ion yang menyebar ke seluruh sistem dan menghasilkan lapisan anti korosi pada permukaan internal jalur pendinginan air laut. Mereka melepaskan ion selama elektrolisis sebagai reaksi berikut:



Air laut hasil elektrolisis kedua anode (Cu dan Al) yang sudah mengandung *ion-ion* ini diinjeksikan ke jarum-jarum injeksi (*injection nozzle*) yang dipasang pada setiap *sea chest* dan *scoop system* untuk melindungi *condenser*,

cooler, dan pipa-pipa air laut dari pengamatan dan penyumbatan pipa yang disebabkan oleh pertumbuhan organisme laut tersebut.

b. Komponen-komponen pada *Marine Growth Prevention System*

1) *Power Control Panel*

Komponen ini terdiri dari rangkaian *receiver* untuk merubah suplai arus bolak-balik atau *Alternating Current* (AC) menjadi arus listrik searah atau *Direct Current* (DC) untuk kebutuhan suplai arus ke *electrode cell*, dan kontrol rangkaian untuk *starting* atau *stopping operation*.

2) *Anode Treatment Tank*

Anode Treatment Tank adalah rumah dari anode dan katode, tempat untuk berlangsungnya proses elektrolis yang menghasilkan ion yang kemudian akan disuplai ke tiap-tiap *sea chest* melalui pipa baja yang telah dilapisi dengan *Polyethylene*. Di dalam *treatment Tank* dilengkapi dengan beberapa komponen diantaranya yaitu seperti *drain valve* dan *air vent valve*.

3) *Junction Box*

Junction Box atau kotak sambungan listrik merupakan wadah untuk sambungan (*wiring*) listrik,

yang digunakan untuk menyembunyikan kumpulan jaringan kabel dari pandangan dan mencegah gangguan dari luar. Untuk MGPS, *junction box* berguna untuk mendistributorkan aliran listrik ke setiap *anode*.

4) *Cell flow indicator*

Flow indikator ini mengindikasikan jumlah air laut yang mengalir ke dalam *treatment tank*. Jika jumlah air laut yang mengalir ke dalam *treatment tank* melebihi batas yang telah ditentukan (*set value*), maka tombol atau *switch Accesories Alternative* akan aktif dan bereaksi untuk mematikan *supply* arus ke *power control panel* secara otomatis.

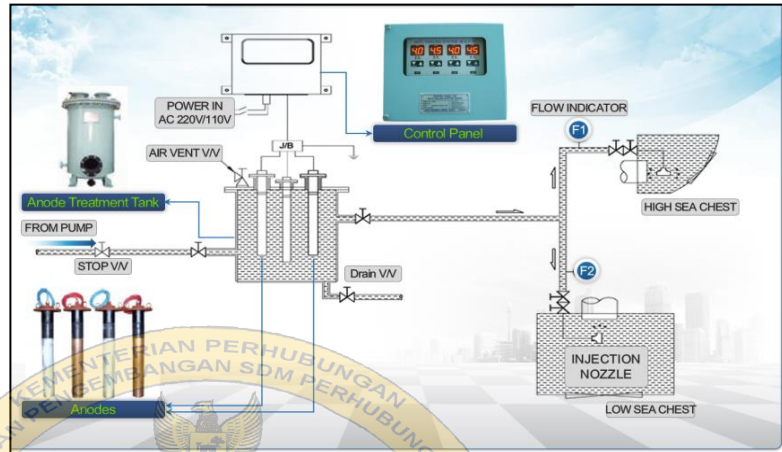
5) *Anodes Assembly* atau *Electrode Cell*

Terdiri dari CU (Tembaga) dan AL (Aluminium) yang terpasang pada *Treatment Tank*. Anoda terhubung oleh arus listrik yang akan menyaurkan listrik untuk proses elektrolis.

6) *Injection nozzle*.

Terdapat pada setiap *sea chest* dan juga pada *scoop system*, untuk menginjeksikan ion yang dihasilkan dari proses elektrolis anoda yang tergantung kepada air laut yang diambil dari *sea chest* yang digunakan.

Berikut adalah gambar komponen pada MGPS, dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2.1 *Marine Growth Prevention System*

2. Penjelasan *Marine Growth*

Menurut Agus Hernandar dalam web blognya. “Dalam dunia *offshore*, *marine growth* dikenal sebagai sekumpulan hewan atau tumbuhan laut yang tumbuh dan berkoloni di permukaan bangunan/struktur di dalam laut, dimana kondisi suhu, bahan makanan/nutrisi, faktor pH (derajat keasaman) dan kondisi lingkungan lain cocok bagi pertumbuhan mereka”. Tumbuhnya *marine growth* pada permukaan bangunan ini dapat menimbulkan berbagai masalah. Karena organisme laut berkembang, mereka menghalangi dan mempersempit jalur air pendingin di sistem kapal sehingga menghasilkan faktor berikut:

- a. Mengurangi sistem perpindahan panas.
- b. *Overheating* beberapa mesin berpendingin air.
- c. Kenaikan laju korosi dan penipisan pipa.

d. Mengurangi efisiensi yang dapat menyebabkan hilangnya kecepatan kapal dan kehilangan waktu.

3. Sistem Pendinginan Air Laut

Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar didalam *cylinder*. Didalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain: *cooler*, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, *strainer* pada air laut dan *sea chest*. Dari keempat komponen inilah yang sering menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap Motor Induk. Air pendingin dalam fungsinya sangat *vital* dalam menjaga kelancaran pengoperasian motor induk (P.Van Maanen, 2002, Motor Diesel Kapal, hal 8.1, Noutech).

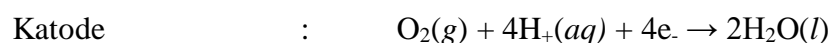
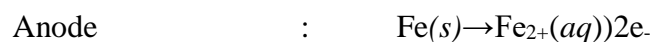
Bangunan permesinan bantu yang menggunakan media pendingin, terutama pendingin air laut agar terpelihara dari akibat panas, maka panas yang timbul harus dapat dikendalikan. Keadaan tersebut hanya bisa diatasi dengan cara mengedarkan (mensirkulasi) media pendingin dengan tekanan yang konstan ke seluruh komponen motor induk atau permesinan bantu lainnya seperti *cylinder jacket cooling*, *cylinder head*, *condenser* dan *cooler*. Sistem ini harus menjadi pengawasan dan perhatian bagi para *crew* mesin agar terjaga dengan baik sehingga fungsinya tetap optimal.

Seperti uraian dalam NSOS, (2006:25) dalam buku “Manajemen Perawatan dan Perbaikan Motor Diesel Penggerak Kapal” menyatakan bahwa tujuan pendinginan adalah untuk:

- a. Menjaga agar mesin mampu bekerja terus menerus.
- b. Mencapai tenaga yang optimal.
- c. Mengurangi terjadinya kerusakan mesin.
- d. Mempertahankan temperatur agar bekerja dalam kondisi normal.
- e. Daya tahan mesin atau bahan material lebih lama.

4. Penjelasan Karat

Menurut Wikipedia mengenai karat. “Karat merupakan hasil korosi, yaitu oksidasi suatu logam. Besi yang mengalami korosi membentuk karat dengan rumus $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ”. Korosi atau proses pengaratn merupakan proses elektrokimia. Pada proses pengaratn, besi (Fe) bertindak sebagai pereduksi dan oksigen (O_2) yang terlarut dalam air bertindak sebagai pengoksidasi. Persamaan reaksi pembentukan karat sebagai berikut:



Karat yang terbentuk pada logam akan mempercepat proses pengaratn berikutnya. Oleh sebab itu, karat disebut juga dengan *auto katalis*. Mekanisme terjadinya korosi adalah logam besi yang letaknya jauh dari permukaan kontak dengan udara akan dioksidasi

oleh ion Fe^{2+} . Ion ini larut dalam tetesan air. Tempat terjadinya reaksi oksidasi di salah satu ujung tetesan air ini disebut *anode*. Ion Fe^{2+} yang terbentuk bergerak dari *anode* ke *katode* melalui logam. Elektron ini selanjutnya mereduksi oksigen dari udara dan menghasilkan air. Ujung tetesan air tempat terjadinya reaksi reduksi ini disebut *katode*. Sebagian oksigen dari udara larut dalam tetesan air dan mengoksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} yang membentuk karat besi ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Besi atau logam yang berkarat bersifat rapuh, mudah larut, dan bercampur dengan logam lain, serta bersifat racun. Hal ini tentu berbahaya dan merugikan. Jika berkarat, besi yang digunakan sebagai pondasi atau penyangga jembatan menjadi rapuh sehingga mudah ambruk. Alat-alat produksi dalam industri makanan dan farmasi tidak boleh menggunakan logam yang mudah berkarat. Hal ini disebabkan karat yang terbentuk mudah larut dalam makanan, obat-obatan, atau senyawa kimia yang diproduksi. Oleh sebab itu, untuk kepentingan industri biasanya menggunakan peralatan *stainless* yang antikarat.

5. Elektrolisis

“Elektrolisis merupakan proses kimia yang mengubah energi listrik menjadi energy kimia. Komponen yang terpenting dari proses elektrolisis ini adalah elektrode dan larutan elektrolit” (menurut wikipedia “<http://id.wikipedia.org/wiki/elektrolisis>”

mengenai elektrolisis). Elektroda yang digunakan dalam proses elektrolisis dapat digolongkan menjadi dua, yaitu:

- a. Elektroda inert, seperti kalsium (Ca), potasium, grafit (C), Platina (Pt), dan emas (Au).
- b. Elektroda aktif, seperti seng (Zn), tembaga (Cu), dan perak (Ag).

Elektrolitnya dapat berupa larutan berupa asam, basa, atau garam, dapat pula leburan garam halida atau leburan oksida. Kombinasi antara larutan elektrolit dan electrode menghasilkan tiga kategori penting elektrolisis, yaitu:

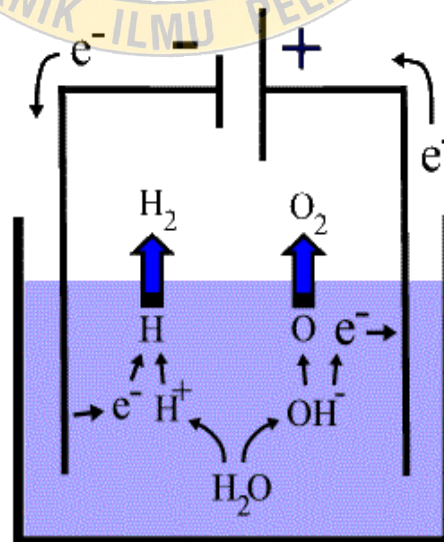
- a. Elektrolisis larutan dengan electrode inert.
- b. Elektrolisis larutan dengan electrode aktif.
- c. Elektrolisis leburan dengan electrode inert.

Pada elektrolisis, katoda merupakan kutub negatif dan anoda merupakan kutub positif. Pada katoda akan terjadi reaksi reduksi dan pada anoda terjadi reaksi oksidasi. Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi oksigen (O_2) dan hidrogen gas (H_2) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air tersebut. Pada katoda, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas H_2 dan ion hidroksida (OH^-). Sementara itu pada anoda, dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen (O_2), melepaskan 4 ion H^+ serta mengalirkan elektron ke katoda. Ion H^+ dan OH^- mengalami

netralisasi sehingga terbentuk kembali beberapa molekul air. Reaksi keseluruhan yang setara dari elektrolisis air dapat dituliskan sebagai berikut:

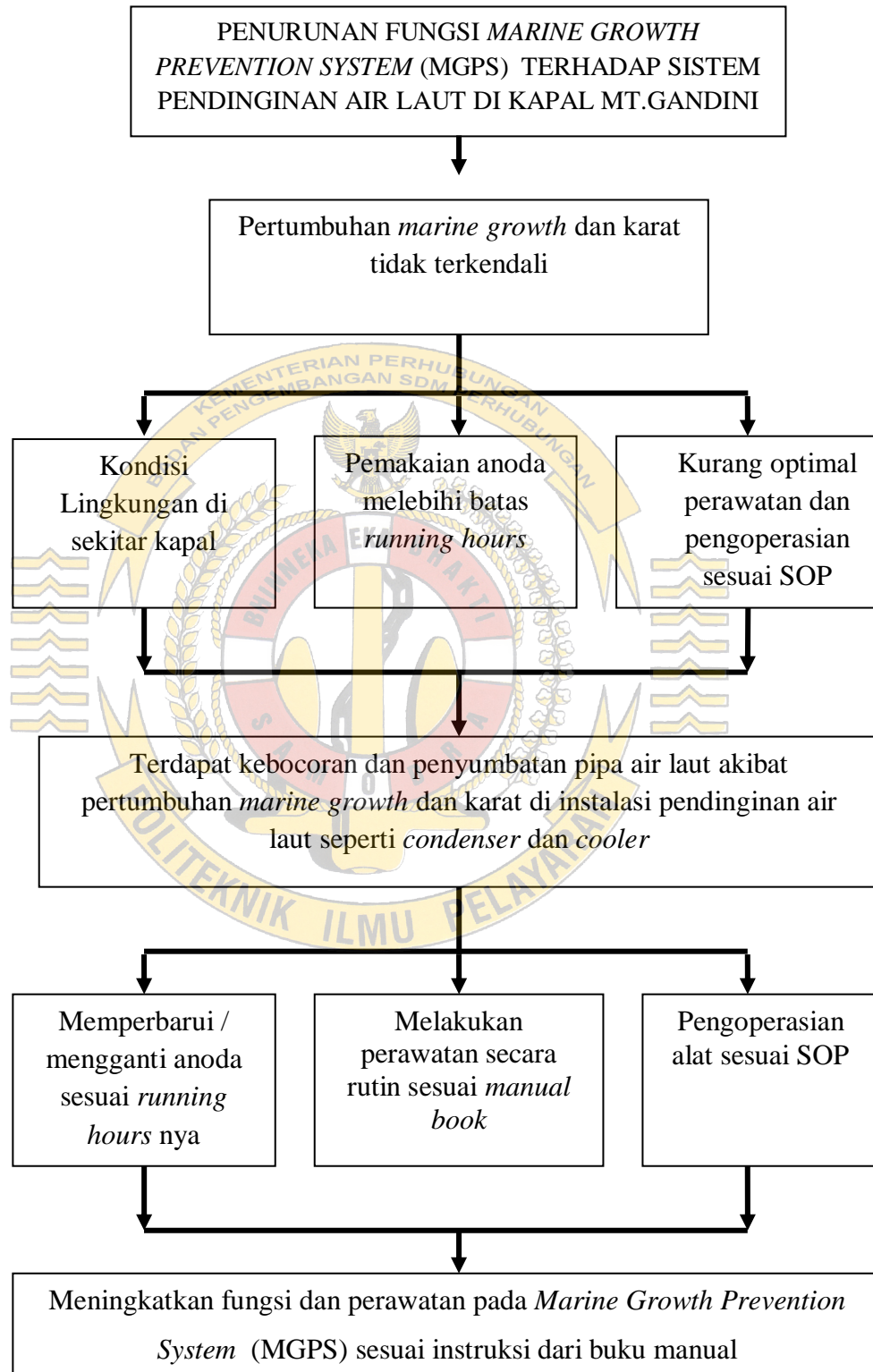


Gas hydrogen dan oksigen yang dihasilkan dari reaksi ini membentuk gelembung pada elektroda dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan hydrogen dan hydrogen peroksida (H_2O_2) yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan hidrogen. Hantaran listrik melalui larutan elektrolit dapat dianggap sebagai aliran electron. Jadi apabila elektron telah dapat mengalir dalam larutan elektrolit berarti listrik dapat mengalir dalam larutan tersebut. Elektron berasal dari kutub katode atau kutub negatif. Sedangkan pada anode melepaskan ion positif dan membentuk endapan pada logam katode.



Gambar 2.2 Reaksi kimia dalam proses elektrolisis

B. Kerangka Pikir



Gambar 2.3 Kerangka Pikir

C. Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan definisi praktis/operasional tentang variabel atau istilah-istilah lain yang dianggap penting dan sering ditemukan sehari-hari di lapangan dalam penelitian ini. Definisi operasional yang sering dijumpai pada *Marine Growth Prevention System* pada saat penulis melakukan penelitian antara lain:

1. *Antifouling*

Adalah kemampuan bahan dan pelapis yang dirancang khusus untuk menghilangkan atau mencegah biofouling oleh sejumlah organisme pada permukaan yang dibasahi.

2. Organisme

(bahasa Yunani: *organon* yang berarti alat) adalah kumpulan molekul-molekul yang saling memengaruhi sedemikian sehingga berfungsi secara stabil dan memiliki sifat hidup.

3. *Sea Chest*

Adalah *resses* persegi panjang atau silinder di lambung kapal yang berguna untuk *inlet* air laut sebagai media pendingin.

4. *Cassing*

Adalah bagian luar yang berfungsi untuk wadah atau penutup MGPS.

5. *Anode & Katode*

Adalah elektroda yang dilalui arus konvensional mengalir ke perangkat listrik terpolarisasi.

6. Elektrolisis

adalah penguraian suatu elektrolit oleh arus listrik. Pada sel elektrolisis. Reaksi kimia akan terjadi jika arus listrik dialirkan melalui larutan elektrolit, yaitu energi listrik (arus listrik) diubah menjadi energi kimia (reaksi redoks).

7. Elektrolit

adalah suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik, ion-ion merupakan atom-atom bermuatan elektrik. Elektrolit bisa berupa air, asam, basa atau berupa senyawa kimia lainnya. Elektrolit umumnya berbentuk asam, basa atau garam.

8. *Marine Growth*

Dalam dunia *offshore*, *marine growth* dikenal sebagai sekumpulan hewan/tumbuhan laut yang tumbuh dan berkoloni di permukaan bangunan/struktur di dalam laut, dimana kondisi suhu, bahan makanan/nutrisi, faktor pH (derajat keasaman) dan kondisi lingkungan lain cocok bagi pertumbuhan mereka. Tumbuhnya *marine growth* pada permukaan bangunan ini dapat menimbulkan berbagai masalah.