

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Guna mendukung pembahasan masalah di dalam skripsi ini, penulis menggunakan beberapa pustaka, dimana pustaka tersebut saling berkaitan dengan permasalahan yang di bahas penulis pada penulisan skripsi ini.

1. Menurut Agus Hernandar dalam web blognya menjelaskan bahwa :

Dalam dunia offshore, *marine growth* dikenal sebagai sekumpulan hewan / tumbuhan laut yang tumbuh dan berkoloni di permukaan bangunan / struktur di dalam laut; di mana 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. Pada struktur platform, adanya *marine growth* akan menyebabkan struktur menjadi lebih berat (penambahan massa) sehingga menyebabkan perubahan respon struktur tersebut terhadap beban-beban dinamis yang diterimanya (ada perubahana frekuensi natural, ragam getar, dsb). MGPS (*Marine Growth Prevention System*) adalah suatu sistem pencegahan pertumbuhan marine growth ini yang diciptakan untuk menanggulangi permasalahan. MGPS bekerja dengan metode atau dengan prinsip elektrolit yang memberi perlindungan secara terus menerus tanpa menggunakan bahan kimia. Dengan penggabungan dua sistem yaitu instalasi pipa *anti-fouling* dan

Supresi korosi (*corrosion suppression*). Dengan control dari panel power supply tegangan rendah yang disalurkan ke sebuah anoda yang terhubung langsung dengan cairan didalam jaringan pipa untuk meminimalisir pengaruh kesamaan kadar cairan terhadap proses korosi disepanjang instalasi pipa.

Keistimewaan dari sistem ini adalah karena ramah lingkungan, tidak memakai bahan kimia untuk menetralsir kondisi cairan. Yang pasti sesuai dengan aturan yang berlaku pada klasifikasi aturan internasional. System ini terdiri dari sepasang tembaga dan alumunium yang di sebut dengan anoda yang dipasang.

Pada saringan masuk cairan yang akan di netralisir.

a. 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 *Electrolytic cell*, dan kontrol rangkaian untuk starting atau *stopping operation*.

2) *Electrolytic cell*.

Electrolytic cell ini terdiri dari 3 bagian, yaitu :

- a) *Upper chamber* (ruang bagian atas)
- b) *Lower chamber* (ruang bagian bawah)
- c) *Electrode cassette* (kepingan elektrode) dan ini tertutup atau saling memagari, artinya kepingan elektroda (*electrode cassette*)

berada atau diapit rapat oleh ruang bagian atas dan bawah (*Upper and Lower Chamber*). Air laut akan terelektrolisasi ketika air laut mengalir melewati kepingan elektroda (*Electrode Casette*) untuk menghasilkan *Electrolyte* atau *Sodium Hypochlorite*.

3) *Cell flow indicator* (menggunakan *alternative shut down switch*).

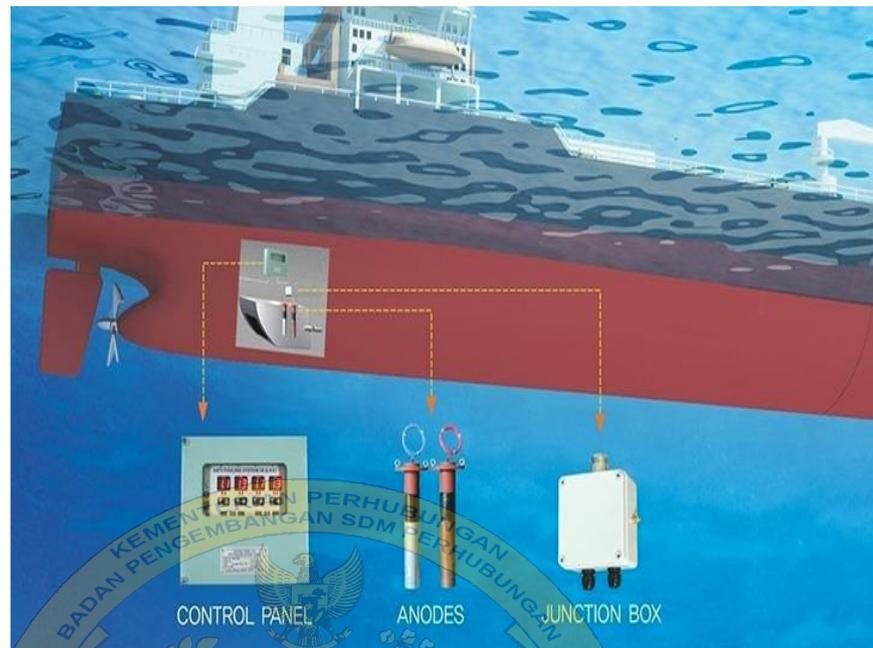
Flow indikator ini mengindikasikan jumlah air laut yang mengalir ke dalam *Electrolytic cell*. Jika jumlah air laut yang mengalir ke dalam *Electrolytic cell* melebihi batas yang telah ditentukan (*set value*), maka tombol atau *switch Accesories Alternative* akan aktif dan bereaksi untuk mematikan suplai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

4) *Distribution flow indicators* (indikasi pembagian aliran).

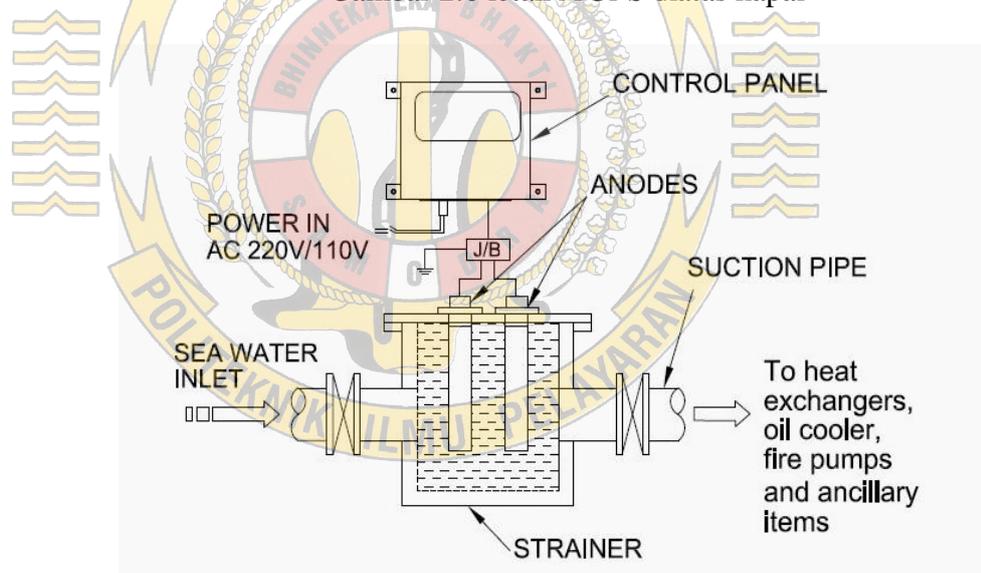
Indikator ini mengindikasikan jumlah *sodium hypochlorite* yang di distribusikan dari *electrolytic cell* ke setiap *sea chest* dan *scoop system*. Jumlah *sodium hypochlorite* yang dibagikan ke setiap *sea chest* dan *scoop system* ini dapat dikontrol oleh indikator aliran (*flow indicator*) pada masing-masing katup distribusi tersebut.

5) *Injection nozzle*.

Terdapat pada setiap *sea chest* dan juga pada *scoop system*, untuk menginjeksikan *sodium hypochlorite* kepada air laut yang diambil dari *sea chest* yang digunakan.



Gambar 2.0 letak *MGPS* diatas kapal

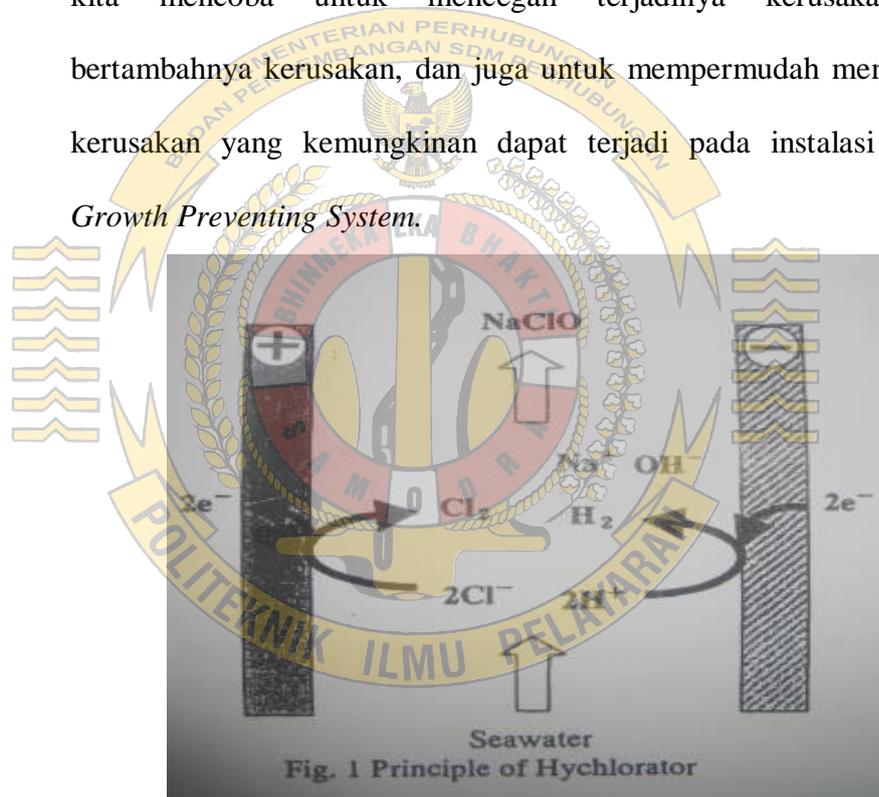


Gambar 2.1 Piping diagram *MGPS*

b. Perawatan *Marine Growth Prevention System*

Perawatan yang dilakukan terhadap *Marine Growth Prevention System* adalah sangat penting untuk menghindari kerusakan yang dapat mengurangi efisiensi kerja dari instalasi *Marine Growth Preventing System*.

Perawatan yang dilakukan di atas kapal MV. PEWEE terencana sesuai dengan program yang tertulis dalam PMS (*Planning Maintenance System*), PMS ini adalah suatu program perawatan berkala yang terjadwal sesuai instruksi dari buku manual dari permesinan yang terdapat di atas kapal untuk mencegah terjadinya kerusakan yang fatal. Dengan perawatan pencegahan yang terjadwal kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, dan juga untuk mempermudah menemukan kerusakan yang kemungkinan dapat terjadi pada instalasi *Marine Growth Preventing System*.



Gambar 2.2 Prinsip kerja *Hychlorator* / MGPS

- Menurut Wayan Patra dalam blognya yang menjelaskan tentang *Auxiliary Condensor* :

Auxiliary Condensor adalah alat untuk membuat kondensasi dari uap sisa dari pemanasan uap boiler dengan suhu tinggi sehingga menghasilkan butiran air yang dapat di gunakan kembali untuk pengisian air boiler.

Untuk penempatannya sendiri, condensor ditempatkan diluar ruangan yang sedang didinginkan, agar dapat membuang panasnya keluar. Condensor merupakan jaringan pipa yang berfungsi sebagai pengembunan.

Auxiliary Condensor merupakan salah satu hal penting yang harus diperhatikan di atas kapal, karena jika Auxiliary Condensor mengalami suatu masalah maka jumlah air yang menuju cascade tank yang merupakan tangki air untuk mensuplai air menuju boiler akan berkurang volumenya. Banyak tidaknya air yang di kondensasikan oleh Auxiliary condensor tergantung dari air laut yang digunakan untuk mendinginkan uap sisa yang menuju Auxiliary Condensor. Jika air laut yang digunakan sebagai media pendingin kotor maka pipa – pipa condensor akan tersendat dan mengalami kebuntuan sehingga hal ini dapat mengganggu suplay masuk air laut ke dalam condensor.

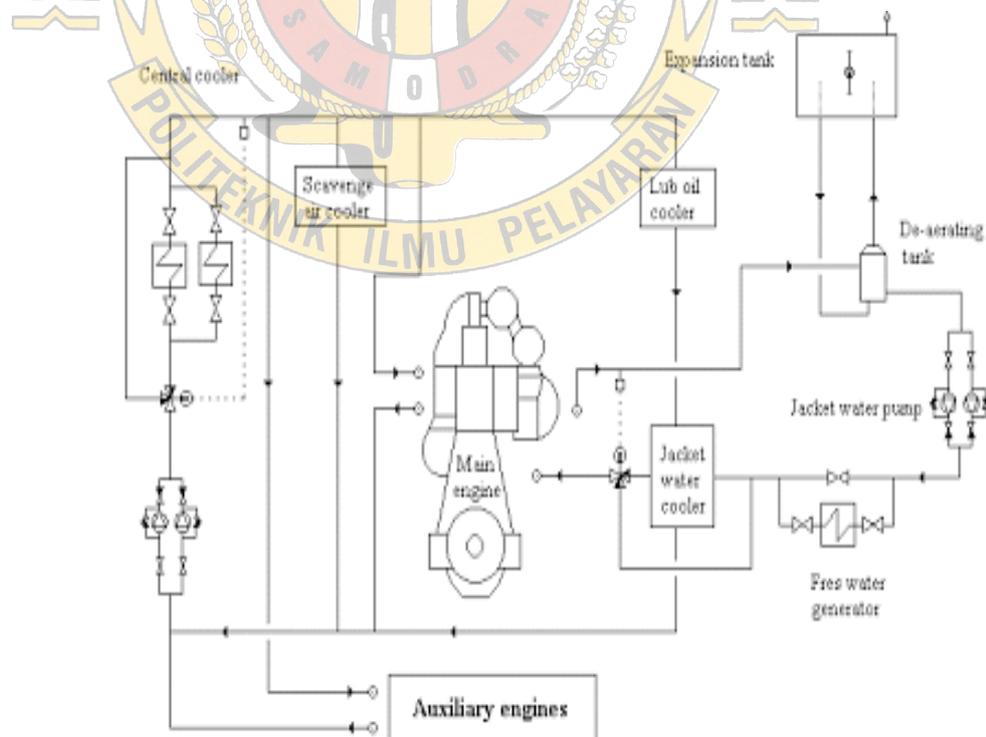
Prinsip kerja *Auxiliary Condensor* adalah air pendingin yang merupakan air laut masuk menuju *condensor* dengan melalui bagian pipa inlet *condensor* setelah itu air laut menuju pipa-pipa yang berada di dalam *Auxiliary Condensor* yang berfungsi sebagai pendingin dari sisa uap *boiler*. Setelah itu air laut keluar melewati bagian pipa – pipa bawah yang berada didalam *Auxiliary Condensor*, setelah melewati pipa-pipa bawah dalam *Auxiliary Condensor* air laut akan keluar menuju pipa *outlet* dan selanjutnya air laut menuju *overboard*.

3. Menurut Eri Dwi Rochidin dalam blognya yang membahas hubungan MGPS Dengan sistem pendingin diatas kapal

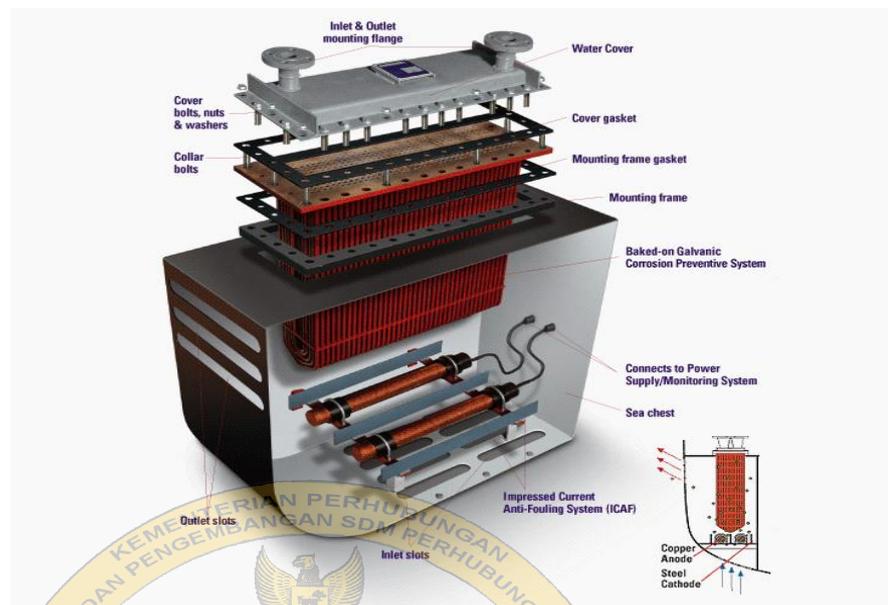
Mesin yang dipasang pada kapal dirancang untuk bekerja dengan efisien maksimal dan berjalan selama berjam-jam berjalan lamanya. Hilangnya energi paling sering dan maksimum dari mesin adalah dalam bentuk energi panas. Untuk menghilangkan energi panas yang berlebihan harus menggunakan media pendingin (Cooler) untuk menghindari gangguan fungsional mesin atau kerusakan pada mesin. Untuk itu, sistem air pendingin dipasang pada kapal.

a. Ada dua sistem pendingin yang digunakan di kapal untuk tujuan pendinginan:

- 1) Sistem pendingin Air Laut : Air laut langsung digunakan dalam sistem mesin sebagai media pendingin untuk penukar panas.



Gambar 2.3 Piping diagram sistem pendingin



Gambar 2.4 Bagian – bagian dari MGPS

2) Air Tawar atau sistem pendingin utama: air tawar digunakan dalam rangkaian tertutup untuk mendinginkan mesin yang ada di kamar mesin. Air tawar kembali dari exchanger panas setelah pendinginan mesin yang selanjutnya didinginkan oleh air laut pada pendingin air laut.

4. Memahami Sistem Pendingin utama

- a. Sebagaimana dibahas di atas, dalam sistem pendinginan utama, semua mesin yang bekerja pada kapal-kapal yang didinginkan dengan menggunakan sirkulasi air tawar. Sistem ini terdiri dari tiga rangkaian yang berbeda
- b. Sistem Air Laut: Air laut digunakan sebagai media pendingin yang dapat mendinginkan air tawar dari rangkaian tertutup. Mereka merupakan sistem pendingin utama dan umumnya dipasang di kopel.

- c. Sistem Temperatur Rendah: Rangkaian temperatur yang rendah digunakan untuk daerah temperatur mesin yang rendah dan rangkaian ini secara langsung terhubung ke air laut utama pada pendingin pusat; maka temperatur rendah dibandingkan dengan temperatur yang tinggi (HT sirkuit). Rangkaian LT meliputi dari semua sistem bantu.
- d. Suhu tinggi Rangkaian (HT): Rangkaian HT terutama meliputi dari sistem tabung air pada mesin utama dimana suhu ini cukup tinggi. Suhu air HT dijaga oleh air tawar dengan temperatur rendah.
- e. Tangki Ekspansi : Kerugian pada rangkaian tertutup yaitu air tawar terus dikompensasi oleh tangki ekspansi yang juga menyerap peningkatan tekanan karena ekspansi panas.

Pada peraturan BKI 1996 vol.III sec. 11 I, dinyatakan bahwa:

Sea Chest, hubungan ke laut sekurang - kurangnya 2 *sea chest* harus ada.

Bilamana mungkin *sea chest* diletakkan serendah mungkin pada masing-masing sisi kapal. Untuk daerah pelayaran yang dangkal, disarankan bahwa harus terdapat sisi pengisapan air laut yang lebih tinggi, untuk mencegah terhisapnya lumpur atau pasir yang ada di perairan dangkal tersebut. Diharuskan suplai air laut secara keseluruhan untuk *main engine* dapat diambil hanya dari satu buah *sea chest*. Tiap *sea chest* dilengkapi dengan suatu ventilasi yang efektif. Pengaturan ventilasi tersebut haruslah disetujui yang meliputi : Suatu pipa udara sekurang-kurangnya berdiameter dalam 32 mm yang dapat diputuskan hingga di atas *deck bulk*

head. Adanya tempat dengan ukuran yang cukup di bagian dinding.

Saluran udara bertekanan atau saluran uap melengkapi kelengkapan *sea chest* untuk pembersihan *sea chest* dari kotoran. Saluran tersebut dilengkapi dengan katup *shut off* yang dipasang di *sea chest*. Udara yang dihembuskan ke *sea chest* dapat melebihi 2 bar jika *sea chest* dirancang untuk tekanan yang lebih tinggi.

Sesuai dengan peraturan tersebut guna menanggulangi air laut yang masuk mengandung *marine growth* atau biota – biota laut lainnya, maka setiap kapal harus memiliki pesawat bantu yang berfungsi untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan *marine growth* atau biota – biota laut yang ikut masuk ke *sea chest* sebelum di alirkan ke sistem pendingin diatas kapal.

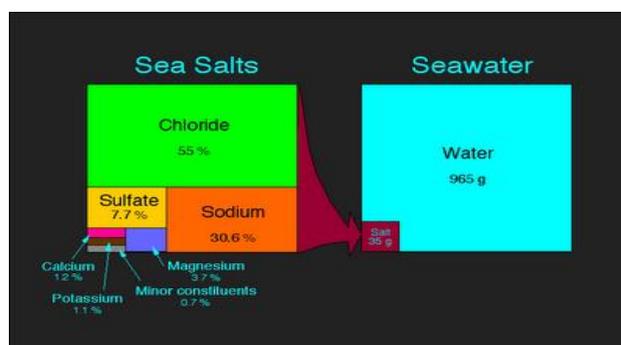
Maka guna menanggulangi hal tersebut diciptakan lah suatu pesawat bantu yang di beri nama *Marine Growth Prevention System* dimana pesawat bantu ini berfungsi sebagai penghantar arus listrik lemah ke air laut yang akan masuk ke sistem pendingin yang bertujuan untuk menghilangkan *marine growth* atau biota – biota yang ikut masuk kedalam air laut agar tidak menyubut aliran pendingin diatas kapal.

5. Menurut **C.J. Van der ham** dalam bukunya “Meteorologi dan Oceanografi Untuk Pelayaran” .

Dari penelitian laboratorium ternyata bahwa 1 kg air laut rata-rata terdiri dari 9563 gram air tawar dan 34,7 gram garam (dan unsur lain). Jumlah gram dari zat-zat ini mengandung 1 kg air laut, disebut kadar

garam atau salinitas, garam-garam terpenting yang terdapat di air laut adalah *natriumchlorida*, *magnesiumchlorida*, *magnesiumsulfaat*, dan *calciumsulfaat*, namun garam-garam ini hadir dilaut dalam keadaan terurai. Demikianlah misalkan *natriumchlorida* akan terurai di air ke dalam suatu ion natrium yang bermuatan listrik positif dan suatu ion-chloor yang bermuatan negatif. Penguraian ini kedalam unsur-unsur yang bermuatan mengakibatkan air laut mudah menghantarkan arus listrik.

Disamping itu air laut juga mengandung zat-zat organik dari tumbuh-tumbuhan dan hewan laut, serta gas-gas yang merugikan. Selain itu air laut juga terdiri dari berbagai macam zat, diantaranya alkaline lemah yang mengandung *sodiumchloride* yang tentu saja dapat merugikan dan merusak logam, besi atau sejenisnya. Disamping itu tumbuh-tumbuhan dan hewan renik laut (organisme laut) juga terkandung di dalamnya. Kenyataan yang sering terjadi di atas kapal adalah korosi, kebocoran, atau keretakan-keretakan pada pipa-pipa pendingin air laut yang disebabkan oleh pertumbuhan organisme laut tersebut yang juga menghambat aliran-aliran air pada pipa-pipa air laut sehingga masalah ini dapat merugikan dalam pengoperasian kapal.



Gambar 2.5 Diagram kandungan mineral yang terdapat dalam air laut

6. Menurut **Agus hernandar** dalam web blognya mengenai Marine Growth.

Marine growth dikenal sebagai sekumpulan hewan / tumbuhan laut yang tumbuh dan berkoloni di permukaan bangunan / struktur di dalam laut; di mana 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.

Pada struktur platform, adanya *marine growth* akan menyebabkan struktur menjadi lebih berat (penambahan massa) sehingga menyebabkan perubahan respon struktur tersebut terhadap beban-beban dinamis yang diterimanya (ada perubahan frekuensi natural, ragam getar, dsb). Di samping itu, *marine growth* akan menyebabkan penambahan diameter efektif tiang struktur (lihat gambar di bawah) sehingga menyebabkan beban arus dan beban gelombang yang diterima struktur menjadi lebih besar. Selain itu pada saluran pemasukan atau pembuangan bawah laut, misalnya *sea water intake*, adanya *marine growth* dapat menyumbat saluran tersebut

7. Menurut **G. Brooks king dan William E.Caldwell** dalam bukunya "*The fundamental of college chemistry-third edition*".

Zat yang dapat menghantarkan arus listrik dalam larutan air adalah elektrolit, sedangkan zat yang menunjukkan tidak ada konduksi adalah Non elektrolit. Asam, basa, dan garam adalah elektrolit, senyawa yang berbeda dalam tingkat konduktivitas asam klorida adalah konduktor yang

baik, asam asetat adalah konduktor yang fleksibel. Meskipun asam, basa, dan garam menunjuk kantungkatan konduktivitas yang berbeda, namun dalam larutan air, kelas-kelas senyawa ini semua dapat menghantarkan arus sampai batas tertentu. Bahkan air tawar juga menunjukkan beberapa konduksi karena garam mineral yang terlarut di dalamnya.

Proses elektrolisis terdiri dari pembuangan ion pada sel elektroda melalui arus listrik yang lewat. Selama proses elektrolisis larutan tembaga klorida, misalnya ion Cu^{++} bergerak ke arah sel kutub negative (katoda) dan ion Cl^- bergerak menuju sel kutub positif (anoda). Dengan demikian, ion bermuatan positif disebut kation, dan ion bermuatan negatif disebut anion. Pada anoda ion Cl^- kehilangan dengan sendirinya dan menjadi atom klor. Ketika dua atom klor dibebaskan, mereka bersatu untuk membentuk molekul klorin (Cl_2). Pada katoda setiap ion C^{++} dibuang dan membentuk atom tembaga. Jadi klorin bebas terbentuk pada anoda tembaga dan logam dihasil kandi katoda.

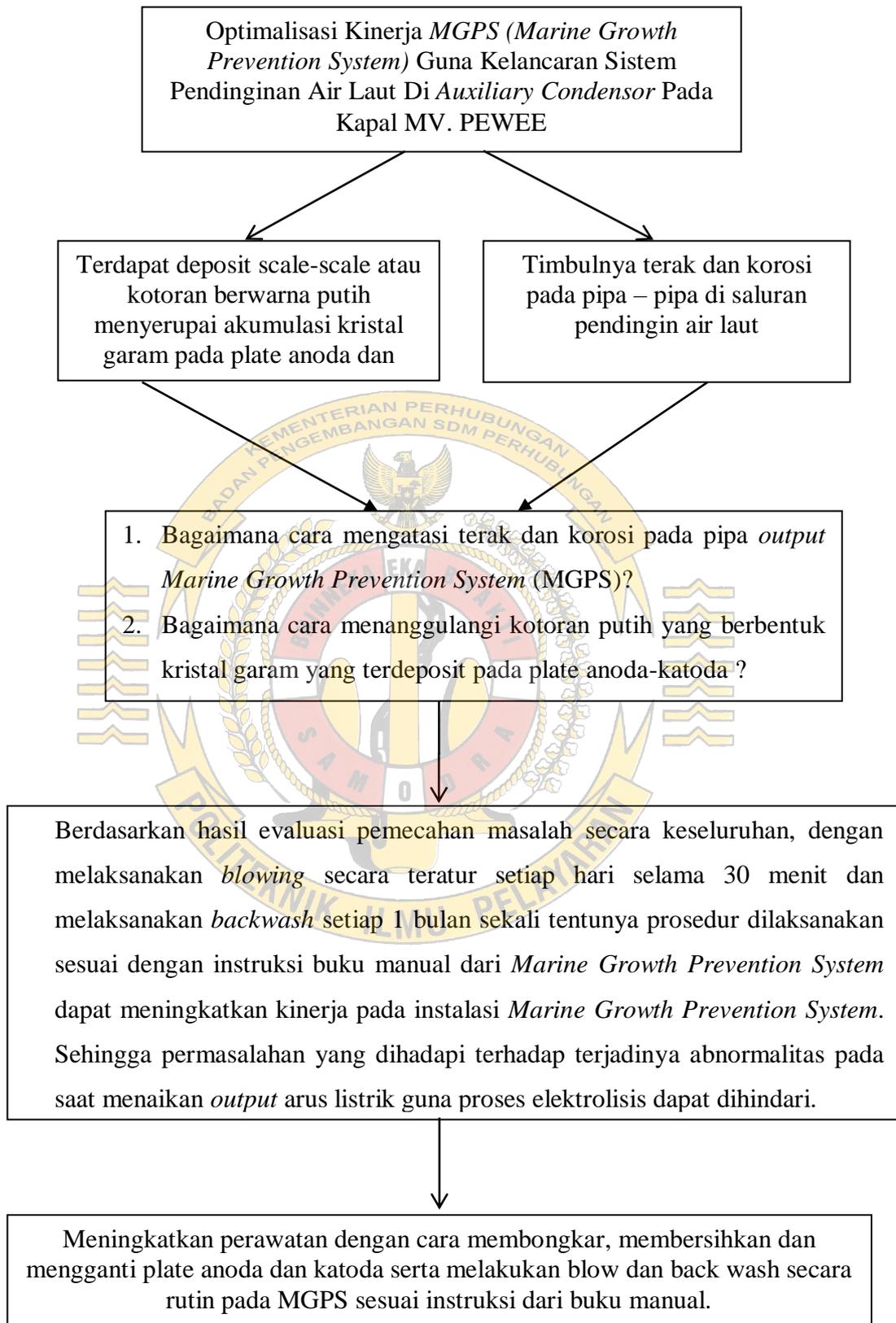
B. Kerangka Pemikiran

Salah satu alasan utama diciptakan dan dipasangnya instalasi *Marine Growth Prevention System* ini adalah untuk mengatasi masalah kebutuhan air laut yang bersih dan memadai secara maksimal, karena pesawat bantu ini digunakan untuk mengubah air laut yang pada umumnya mengandung 3% sodium chloride, dan terdiri dari campuran alkaline lemah menjadi sodium hypochlorite (*Electrolyte*) yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan organisme laut yang terdapat atau terkandung di dalam air laut, atau dengan

kata lain sistem ini dibuat untuk menjaga agar pipa-pipa air laut dibagian dalamnya tetap bersih sehingga dapat memperlambat terjadinya proses korosi pada bagian dalam pipa-pipa pendinginan air laut, karena salah satu kebutuhan air laut di atas kapal adalah sebagai media pendinginan utama misalnya untuk pendinginan *Auxiliary Condensor* untuk *Boiler Water*, *LO. Cooler* untuk *Main Feed Water Pump*, dan *Condenser* untuk *Main Fresh Water Cooler* dan lain-lain, maka suplai kebutuhan air laut harus memadai dan kualitas air laut tersebut harus baik, bersih dan bebas dari tumbuh-tumbuhan, hewan-hewan laut atau organisme laut lainnya.

Jika perawatan *Marine Growth Prevention System* tidak dilakukan sesuai instruksi dari buku manual dan berakibat terjadinya kerusakan, maka organisme laut itu akan menempel dan tumbuh di dalam pipa-pipa air laut, dan akan menimbulkan korosi pada pipa-pipa bagian dalam, tersumbatnya aliran pipa-pipa kecil atau *strainer* yang dapat menimbulkan kerugian-kerugian sehingga aliran air laut menjadi terhambat dan dapat menghambat kinerja mesin induk maupun pesawat bantu lainnya.

Oleh karena itu optimalisasi perawatan terhadap *Marine Growth Preventing System* akan dapat mengefektifkan dan mengefesiensikan operasional kapal dan juga dapat menjaga produktifitas dari suatu pelayaran



Gambar 2.6 Kerangka pikir penelitian