

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Analisis

Menurut Dwi Prastowo Darminto dan Rifka Julianty (2002: 52), analisis adalah penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri, serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan. Sedangkan menurut kamus besar bahasa Indonesia edisi baru (2014: 45), analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab, musabab, duduk perkaranya, dan sebagainya), penguraian suatu pokok atau berbagai bagiannya dan penelaahannya bagian itu sendiri serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan, dikaji sebaik-baiknya, proses pemecahan persoalan yang dimulai dengan dugaan akan kebenarannya.

Berdasarkan definisi di atas dapat disimpulkan bahwa analisis adalah kegiatan untuk memecahkan masalah dan melakukan suatu penyelidikan yang terjadi atas suatu peristiwa. Dalam hal ini adalah pelaksanaan pencegahan korosi pada ruang bakar *inert gas generator* di MT. Sambu milik PT. Pertamina karena sering terjadi masalah pada pesawat bantu tersebut.

## 2. Korosi

Korosi adalah suatu pokok bahasan yang menyangkut disiplin ilmu, atau dengan kata lain ini menggabungkan unsur-unsur fisika, kimia, metalurgi, elektrokimia dan perekayasaan. Menurut Kenneth R. Trethewey (1991: 64), korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Di dalam bahasa sehari-hari korosi di sebut juga dengan karat. Korosi timbul secara alami dan pengaruhnya dialami oleh hampir semua zat dan diatur oleh perubahan-perubahan energi. Ketika korosi berlangsung secara alami proses yang terjadi bersifat spontan dan disertai suatu pelepasan energi

bebas. Korosi yang berdasarkan elektro-kimia terdiri dari empat komponen yaitu:

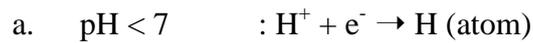
a. Anoda (*Anode*)

Anoda adalah suatu bagian dari suatu reaksi yang akan mengalami oksidasi. Anoda biasanya terkorosi dengan melepaskan elektron-elektron dari atom-atom logam netral untuk membentuk ion-ion yang bersangkutan. Ion-ion ini tetap tinggal dalam larutan atau bereaksi membentuk hasil korosi yang tidak larut. Reaksi pada anoda dapat dituliskan dengan persamaan  $M \rightarrow M^{z+} + ze^{-}$ , dengan  $z$  adalah valensi logam dan umumnya  $z = 1, 2,$  atau  $3$ .

b. Katoda (*Katoda*)

Katoda adalah suatu bagian dari reaksi yang akan mengalami reduksi. Katoda biasanya tidak mengalami korosi

walaupun menderita kerusakan dalam kondisi-kondisi tertentu. Reaksi yang terjadi pada katoda berupa reaksi reduksi. Reaksi pada katoda tergantung pada PH larutan yang bersangkutan seperti:

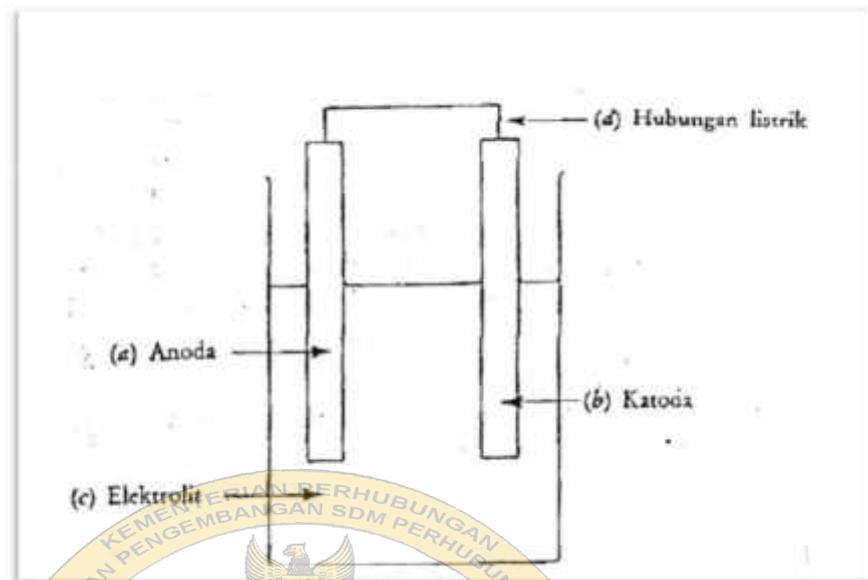


c. Elektrolit

Elektrolit adalah larutan yang memiliki sifat menghantarkan listrik. Elektrolit dapat bersifat larutan asam basa dan larutan garam. Larutan elektrolit mempunyai peranan penting dalam korosi logam karena larutan ini dapat menjadikan kontak listrik antara katoda dan anoda.

d. Anoda dan katoda harus terhubung secara elektris

Antara anoda dan katoda harus ada hubungan listrik agar arus dalam sel korosi dapat mengalir. Hubungan secara fisik tidak diperlukan jika anoda dan katoda merupakan bagian logam yang sama. Proses tersebut dapat dilihat dalam bentuk sel korosi basah sederhana berikut :



Sumber: Buku Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan

Gambar 2.1. Sel Korosi Basa Sederana

Karena hampir mustahil untuk mencegah korosi, maka mengendalikan tingkat korosi yang paling tepat bisa menjadi solusi paling hemat. Faktor yang berpengaruh terhadap korosi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu yang berasal dari bahan itu sendiri dan dari lingkungan. Faktor dari bahan meliputi kemurnian bahan, struktur bahan, bentuk kristal, unsur-unsur kelumit yang ada dalam bahan, teknik pencampuran bahan dan sebagainya. Faktor dari lingkungan meliputi tingkat pencemaran udara, suhu, kelembaban, keberadaan zat-zat kimia yang bersifat korosif dan sebagainya. Bahan-bahan yang menyebabkan korosif (yang dapat menyebabkan korosi) terdiri atas asam basa serta garam baik dalam bentuk senyawa anorganik maupun organik.

### 3. Jenis-jenis korosi

#### a. *Intergranular Corrosion*

*Intergranular corrosion* juga disebut intercrystalline korosi atau korosi interdendritik. Dengan adanya tegangan tarik, retak dapat terjadi sepanjang batas butir dan jenis korosi ini sering disebut "Intergranular retak korosi tegangan (IGSCC)" atau hanya *intergranular stress corrosion cracking*.

Mekanisme intergranular corrosion jenis serangan ini diawali dari beda potensial dalam komposisi, seperti sampel inti *coring* biasa ditemui dalam paduan casting. Pengendapan pada batas butir, terutama kromium karbida dalam baja tahan karat, merupakan mekanisme yang diakui dan diterima dalam korosi intergranular.

Cara pengendalian korosi batas butir adalah:

- 1) Turunkan kadar karbon dibawah 0,03%.
- 2) Tambahkan paduan yang dapat mengikat karbon.
- 3) Pendinginan cepat dari temperatur tinggi.
- 4) Pelarutan karbida melalui pemanasan.
- 5) Hindari pengelasan.

#### b. *Crevice Corrosion*

Di masa lampau, penggunaan istilah korosi celah (*crevice corrosion*) dibatasi hanya serangan terhadap paduan-paduan yang oksidasinya terpasifkan oleh ion-ion agresif seperti klorida dalam celah-celah atau daerah-daerah permukaan logam yang

tersembunyi. Serangan dalam kondisi serupa terhadap logam tidak terpasifkan dahulu disebut korosi *aerasi difrensial*. Menurut Kenneth R. Trethewey (1991: 140), Korosi celah adalah serangan yang terjadi karena sebagian permukaan logam terhalang atau tersaing dari lingkungan dibandingkan bagian lain logam yang menghadapi elektrolit dalam volume besar.

c. Korosi Seumuran

Menurut Kenneth R. Trethewey (1991: 141), korosi seumuran (*pitting corrosion*) adalah korosi lokal yang secara selektif menyerang bagian logam yang:

- 1) Selaput pelindungnya tergores atau retak akibat perlakuan mekanik.
- 2) Mempunyai tonjolan akibat dislokasi atau *slip* yang disebabkan oleh tegangan tarik yang dialami atau tersisa.
- 3) Mempunyai komposisi heterogen dengan adanya induksi.

Korosi celah dan korosi seumuran memiliki kesamaan yang mencolok antara mekanisme penjalaran. Korosi seumuran dapat dibedakan dari korosi celah dalam fase pemicunya. Jadi korosi celah dipicu oleh benda konsentrasi oksigen atau ion-ion dalam elektrolit, korosi seumuran (pada permukaan yang datar) hanya dipicu oleh faktor-faktor metalurgi.

d. Korosi Erosi

Korosi Erosi adalah sebutan yang maknanya sudah jelas dengan sendirinya untuk bentuk korosi yang timbul ketika

logam terserang akibat gerak relatif antara elektrolit dan permukaan logam. Meskipun proses-proses elektrokimia juga berlangsung, banyak contoh bentuk korosi ini yang terutama disebabkan oleh efek-efek mekanik seperti pengausan, abrasi dan gesekan. Logam-logam lunak khususnya mudah terkena serangan macam ini, misalnya, tembaga, kuningan, aluminium murni dan timbal. Kebanyakan logam lain juga rentan terhadap korosi erosi, namun dalam kondisi-kondisi aliran yang tertentu.

Dalam penelitian ini akan dibahas jenis korosi yang terjadi pada ruang bakar *inert gas generator* pada MT. Sumbu yang merupakan jenis korosi *intergranular corrosion*.

#### 4. Ruang Bakar

Ruang bakar merupakan suatu bagian dari mesin di mana bahan bakar dibakar. Menurut [https://id.wikipedia.org/wiki/Ruang\\_bakar](https://id.wikipedia.org/wiki/Ruang_bakar). *Inert gas generator* MT. Sumbu memiliki ruang bakar yang terbuat dari *stainless steel* 316L, artinya pada tipe ini ada penambahan unsur molibdenum 2%–3% sehingga memberikan perlindungan terhadap korosi, yang digunakan pada peralatan yang berhubungan dengan air laut. Penambahan nikel sebesar 12% tetap mempertahankan struktur *austenitic*. Pada ruang bakar *inert gas generator* didesain sedemikian rupa bertujuan untuk lebih tahan terhadap korosi celah dan seumur, sudah dibuktikan bahwa baja nirkarat tipe 316L dapat digunakan di air laut yang deras seperti pada pendingin yang ditekan oleh pompa

*scrubber pump* yang memiliki tekanan  $2 \text{ kg/m}^3$ . *Stainless steel 316L* juga ada kekurangannya yaitu tidak dapat digunakan di air yang menggenang, atau kandungan molybdenum 4%–5% lebih baik unjuk kerjanya, tetapi masih rentan terhadap korosi pada celah-celah atau di balik organisme hidup yang menempel.



Sumber: Dokumentasi MT. Sambu

Gambar 2.2. Ruang Bakar *Inert Gas Generator*



Sumber: Dokumentasi MT. Sambu

Gambar 2.3. Ruang Bakar *Inert Gas Generator*

## 5. *Inert gas generator*

*Inert gas generator* adalah suatu pesawat bantu di atas kapal yang digunakan untuk menghasilkan gas lembam dengan pembakaran sendiri. Dari *website online*.

[https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/inert-gas-generator-\(igg\)](https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/inert-gas-generator-(igg))

dijelaskan bahwa *inert gas generator* adalah sebuah perangkat mirip dengan *boiler*, dimana bahan bakar dibakar untuk membuat gas buang yang mengandung oksigen kurang dari 5%. *Inert gas generator* terdiri dari *burner* dan *scrubber* gabungan yang didinginkan dengan air laut.

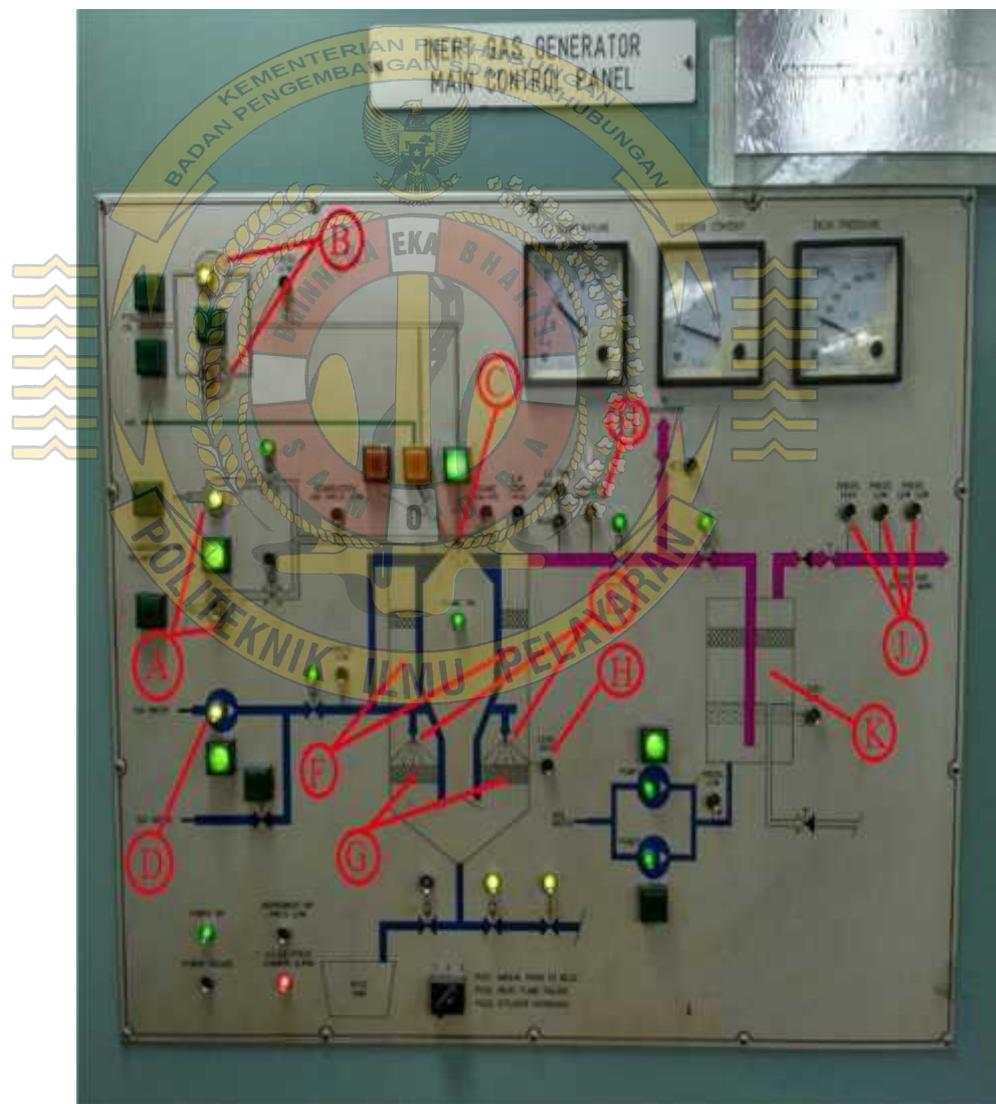
*HFO (High Fuel Oil)* atau *MDO (Marine Diesel Oil)* dibakar untuk menghasilkan gas buang dengan kadar oksigen 2-4%. Gas kemudian memasuki bagian *scrubber*, didinginkan dan dibersihkan dengan disemprot air laut sebelum dibawa ke area dek. *Gas Inert* ini diproduksi dengan membakar bahan bakar minyak atau minyak diesel di dalam ruang silinder seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Sumber: Dokumentasi MT. Sambu

Gambar 2.4. Ruang Bakar *Inert Gas Generator*

Gambar tersebut adalah jenis tempat pembakaran yang menghasilkan gas lembam yang dialirkan menuju ke tanki muatan. Bukan gas buang dari *boiler* bantu maupun *auxiliary engine*. *Inert gas generator* tidak dapat bekerja tanpa adanya sistem pendukung untuk menghasilkan gas lembam di atas kapal. Di bawah ini adalah sistem pendukung untuk menunjang kinerja *inert gas generator*:



Sumber: *Manual Book Inert Gas Generator* di MT. Sambu

Gambar 2.5. Skema aliran *Inert Gas Generator*

Keterangan gambar:

A. *Blower*

*Blower* adalah suatu sistem pendukung yang digunakan untuk memindahkan udara dari luar menuju ke ruang bakar. Fungsi dari blower adalah untuk menyuplai udara pembakaran pada ruang bakar. *Blower* harus dipasang dua buah agar apabila salah satu rusak maka *blower* yang *standby* bisa dioperasikan sehingga tidak mengganggu proses bekerjanya *inert gas generator*.

B. Sistem Bahan Bakar Minyak

Dua pasang pompa bahan bakar minyak tipe utama disuplai pada unit pompa bahan bakar minyak. Satu set pompa bahan bakar minyak disediakan untuk pembakar pilot di unit IGG (*Inert Gas Generator*). Tekanan bahan bakar utama dikontrol sekitar  $3\text{kg/cm}^2$  oleh katup pelepas. Sementara tekanan bahan bakar pilot naik ke  $7\text{kg/cm}^2$  oleh pompa bahan bakar pilot. Ada pipa bantuan yang diberikan untuk mengembalikan minyak berlebih ke tangki penyimpanan. Sistem minyak bakar akan terdiri dari *flowmeter*, *solenoid valve*, *globe valve*, *pressure gauge* dan *pressure switch* dan lain-lain.

C. *Burner*

Fungsi *burner* adalah untuk membakar bahan bakar agar diperoleh gas lembam.

#### D. Pompa air laut

Pompa ini digunakan untuk memompa air laut yang dipergunakan untuk menurunkan temperatur gas hasil pembakaran dan untuk mencegah api agar tidak keluar dari ruang pembakaran. MT. Sambu memiliki dua pompa air laut, yaitu *scrubber pump* dan *general pump*. Apabila *scrubber pump* mengalami kerusakan pada *electro motor* dan komponen pompa bisa menggunakan *general pump* yang memiliki satu sistem menuju *inert gas generator*.

#### E. Nozzle Penyemprot Air Pendingin

Temperatur yang tinggi pada udara lembam sangat berbahaya sehingga perlu untuk didinginkan. Pendinginan dilakukan dengan menyemprot udara lembam dengan air melalui *nozzel*. Selain itu *nozzle* juga digunakan untuk mengikat jelaga agar tidak masuk ke tanki muatan.

#### F. Scrubber

*Scrubber* adalah tangki penghasil gas lembam yang didalamnya berisi ruang bakar, alat pembakar atau *burner*, saringan-saringan untuk menyaring gas hasil pembakaran serta *nozzle* yang memancarkan air untuk mendinginkan.

#### G. Filter Demister

Fungsi dari filter ini adalah untuk menghindari kotoran dari hasil pembakaran masuk ke dalam tangki. Gas yang masuk ke dalam

adalah gas yang benar-benar bersih dari jelaga-jelaga pembakaran sehingga muatan *cargo* terhindar dari kontaminasi dari jelaga.

#### H. *Level Switch*

*Level Switch* berfungsi untuk mengatur ketinggian air pada *scrubber*. Jika ketinggian air berkurang, maka *inert gas generator* tidak akan beroperasi. Apabila volume air kurang pada panel *inert gas generator* akan berkedip yang berarti ada masalah pada *inert gas generator*.

#### I. Pengukur kadar $O_2$ (*Analyzer O2*)

Alat ini berfungsi untuk mengetahui kandungan oksigen di dalam tangki. Mengingat pentingnya fungsi alat ini, maka secara periodik dilakukan kalibrasi (menyamakan kadar oksigen di *engine control room* dengan dek). Di bawah ini adalah seperangkat alat untuk mengatur kandungan oksigen di dalam tangki.



Sumber: foto Oksigen *Analyzer* di MT. Sambu

Gambar 2.6. Oksigen *Analyzer*

J. *Pressure Connection*

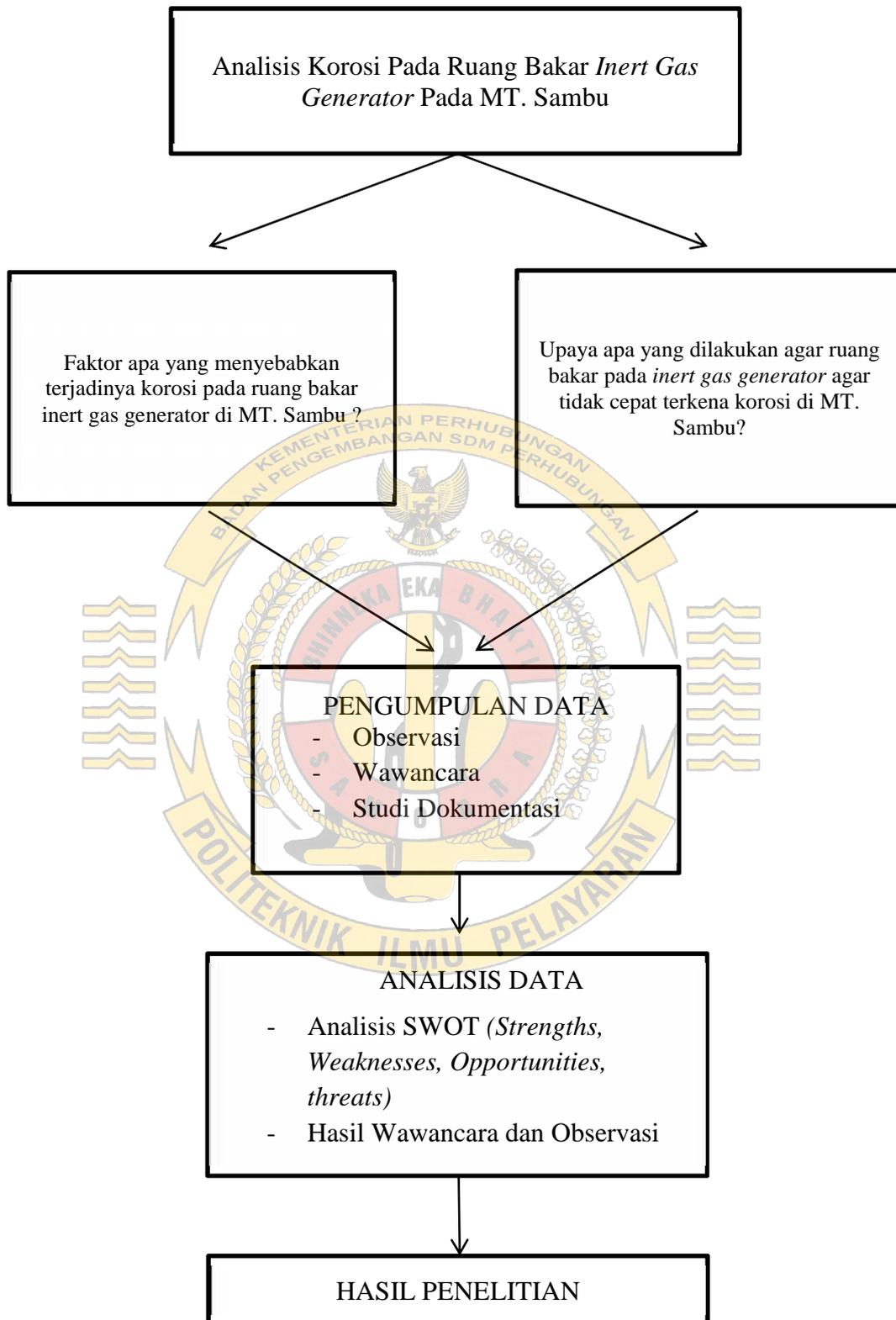
Fungsi alat ini adalah untuk mengukur tekanan udara di dalam tangki kargo.

K. *Deck Water Seal*

Pada tangki ini supplay air akan berlangsung selama *inert gas generator* beroperasi. Air ini berfungsi mencegah aliran balik dari udara lembam yang akan dialirkan ke tangki *cargo*. Pada tangki ini terpasang sebuah *sight glass* yang berfungsi mengetahui ketinggian (volume) air yang ada di dalam tangki secara *periodic* agar tidak terjadi kesalahan dalam melihat tinggi permukaan air, sebab kalau kondisi air kurang maka udara lembam akan kembali ke ruang pembakaran di *inert gas* sistem.

**B. Kerangka pikir penelitian**

Menurut Sugiyono dalam bukunya Metode Penelitian Bisnis (2009: 89), kerangka pikir penelitian adalah sintesa tentang hubungan antar variabel yang disusun dari berbagai teori yang telah dideskripsikan. Setiap bagan atau kerangka pikir yang dibuat mempunyai kedudukan atau tingkatan yang dilandasi dengan teori-teori yang *relevan* agar permasalahan dalam penelitian tersebut dapat terpecahkan. Kerangka pemikiran disusun dalam upaya memudahkan pembahasan penelitian tentang terjadinya korosi di ruang bakar *inert gas generator* pada MT. Sambu. Untuk keperluan penelitian, dibawah ini digambarkan kerangka pikir tentang terjadinya korosi pada ruang bakar *inert gas generator* sebagai berikut :



Gambar 2.7. Kerangka Pikir

Berdasarkan kerangka pikir di atas, dapat dijelaskan bermula dari topik yang akan dibahas yaitu analisis terjadinya korosi pada ruang bakar *inert gas generator* pada MT. Sambu. Yang akan menghasilkan faktor-faktor penyebab dari kejadian tersebut.

Dari faktor-faktor tersebut yaitu yang menyebabkan terjadinya korosi pada ruang bakar *inert gas generator*, setelah mengetahui faktor-faktor tersebut peneliti menentukan upaya yang dilakukan agar ruang bakar *inert gas generator* tidak cepat terkena korosi. Dengan menggunakan pengumpulan data dengan observasi, wawancara dan studi dokumentasi dengan analisa SWOT untuk menentukan hasil dari penelitian

### C. Definisi operasional

Pemakaian istilah-istilah dalam bahasa Indonesia maupun bahasa asing akan sering ditemui pada pembahasan berikutnya. Agar tidak terjadi kesalahpahaman dalam mempelajarinya maka di bawah ini akan dijelaskan pengertian dari istilah-istilah tersebut :

1. *Inert gas generator* adalah suatu pesawat bantu diatas kapal yang digunakan untuk menghasilkan gas lembam dengan pembakaran sendiri.
2. *Scrubber* adalah suatu bagian dari *inert gas generator* yang digunakan untuk mendinginkan gas buang dan memisahkan kotoran dari pembakaran.
3. *Analizer O<sub>2</sub>* adalah alat yang berfungsi untuk mengetahui kandungan oksigen di dalam tangki.

4. *Pressure Connection* adalah alat yang berfungsi untuk mengukur tekanan udara di dalam tangki.
5. *Deck Water Seal* adalah alat yang berfungsi mencegah aliran balik dari udara lembam yang akan dialirkan kedalam tangki cargo.
6. *Anoda* adalah suatu bagian dari suatu reaksi yang akan mengalami oksidasi.
7. *Katoda* adalah suatu bagian dari reaksi yang akan mengalami reduksi.
8. *Dead Weight Tonnage* adalah berat kapal keseluruhan.
9. *Length Over All* panjang kapal yang diukur dari haluan kapal terdepan sampai buritan kapal paling belakang

