

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Identifikasi

Identifikasi berasal dari kata *identify* yang artinya meneliti, menelaah. Identifikasi adalah kegiatan mencari, menemukan, mengumpulkan, meneliti, mendaftarkan, mencatat data dan informasi dari kebutuhan lapangan. Secara intensitas kebutuhan dapat dikategorikan (dua) macam yaitu kebutuhan terasa yang sifatnya mendesak dan kebutuhan terduga yang sifatnya tidak mendesak (<https://id.wikipedia.org/wiki/2016/03/15/Identifikasi.html>). Menurut kamus besar bahasa Indonesia (2008:567), identifikasi adalah perbuatan menetapkan identitas seseorang/benda dan sebagainya atau perbuatan tidak sadar dengan membayangkan diri sendiri seperti orang lain yang mempunyai ikatan emosional.

Berdasarkan definisi di atas dapat disimpulkan bahwa identifikasi adalah kegiatan untuk mencari, menemukan, mengumpulkan, meneliti, mendaftarkan, mencatat data dan informasi suatu penyelidikan yang terjadi atas suatu peristiwa yang dialami, yaitu mengidentifikasi menurunnya kinerja *EGE* terhadap produksi uap pada saat *sea passage* di MV. NYK Vega.

2. Kapal

Pengertian kapal menurut Auliya Windyandari (2012:3) adalah alat transportasi barang/komoditi dari tempat asal dimana utilitasnya

rendah ke tempat lain dimana akan menjadikan utilitas barang/komoditi tersebut tinggi. Pengertian kapal niaga menurut Abdulkadir (2008:117) adalah kapal laut yang digerakkan secara mekanik dan yang digunakan untuk pengangkutan barang/penumpang umum dengan pungutan biaya.

Menurut Abdulkadir (2008:117), ada empat jenis kapal niaga dibagi dalam yaitu :

a. Kapal-kapal barang (*cargo ship*)

Kapal yang dibangun khusus untuk mengangkut barang menurut jenisnya. Berdasarkan jenis barang yang diangkut, kapal barang dibedakan lagi menjadi *general cargo ship*; *bulk cargo ship*; *tanker ship*; *special designed ship*; dan *container ship*.

b. Kapal penumpang (*passenger ship*)

Kapal yang dibangun khusus untuk mengangkut penumpang. Kapal ini terdiri atas beberapa geladak. Setiap geladak terdiri atas kamar-kamar penumpang berbagai kelas.

c. Kapal barang-penumpang (*cargo-passenger ship*)

Kapal yang digunakan untuk mengangkut barang dan muatan bersam-sama. Kapal ini terdiri atas beberapa geladak untuk barang dan untuk penumpang.

d. Kapal barang dengan akomodasi penumpang terbatas

Kapal barang biasa, tetapi diizinkan membawa penumpang dalam jumlah terbatas maksimum dua belas orang yang ditempatkan dalam kamar, bukan geladak.

Penelitian ini dilakukan di MV. NYK Vega yang merupakan jenis kapal peti kemas, yaitu kapal yang dibangun untuk mengangkut *general cargo* yang sudah dimasukkan dalam peti kemas (*container*).

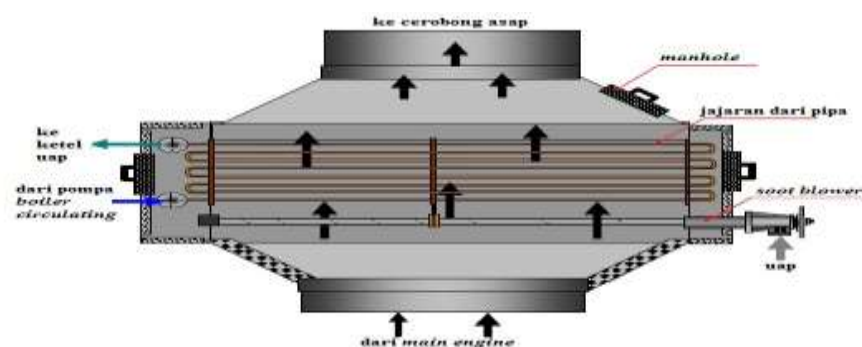


Sumber : Dokumentasi pribadi

Gambar 2.1. MV. NYK Vega

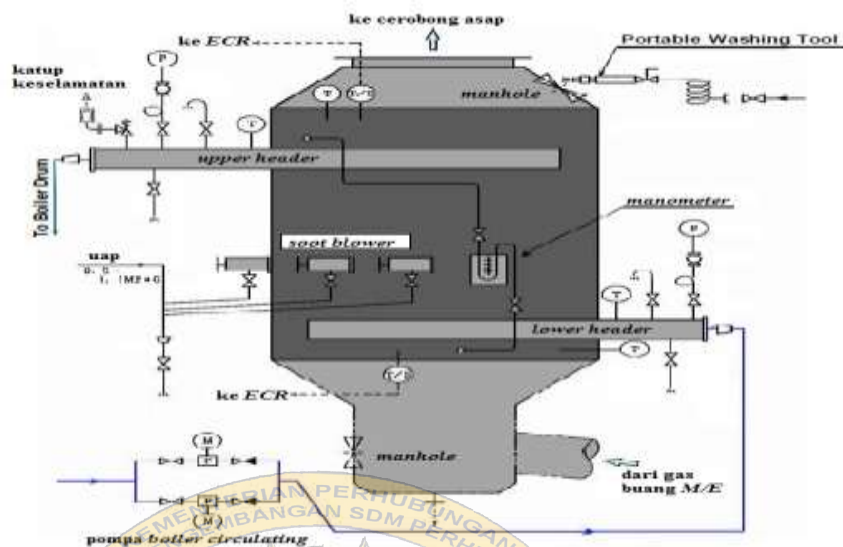
3. *Exhaust Gas Economizer (EGE)*

Menurut Jusak (2016:48), *EGE* adalah alat bantu yang membuat sistem bekerja lebih hemat dan lebih efisien, karena panas gas pembakaran yang seharusnya terbuang masih dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air ketel atau pengisian ketel sehingga *EGE* ini mampu meningkatkan hasil-guna yang lebih optimal. Dalam *NYK engine cadet course handouts* (2012:101), *EGE* adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan uap dengan menggunakan limbah panas dari casing keluaran gas buang mesin utama (mesin diesel) dan dianggap sebagai peralatan regeneratif panas limbah. *EGE* terbagi menjadi dua, yaitu jenis horisontal dan vertikal. *EGE* jenis horisontal digunakan untuk mendukung permesinan bantu terutama *aux. turbin generator* yang membutuhkan uap sebagai bahan bakar. Dibandingkan dengan jenis vertikal ukurannya lebih besar dan produksi uap lebih banyak. *EGE* jenis vertikal digunakan untuk menghasilkan uap pada saat *sea passage* hanya untuk mendukung permesinan bantu (kecuali *aux. turbin generator*) karena bentuknya yang kecil sehingga tidak membutuhkan banyak tempat.



Sumber : *NYK engine cadet course handouts*

Gambar 2.2. *Exhaust Gas Economize (EGE)* jenis vertical



Sumber : NYK engine cadet course handouts

Gambar 2.3. Exhaust Gas Economizer (EGE) jenis horisontal

MV. NYK Vega menggunakan EGE jenis horisontal. EGE ini terbuat dari casing dan tabung (*tipe fin* atau *tipe bare*) dan disusun baik secara horisontal maupun vertikal pada casing. Umumnya tabung diatur dalam bundel atau kelompok dan bisa dilepas panel ke panel. Casingnya diperkuat sehingga bisa menahan gas buang dari mesin utama dan getaran kapal. EGE memiliki lubang utama dan lubang inspeksi untuk melakukan inspeksi dan pembersihan perawatan seperlunya. Casing ditutupi dengan insulator panas. Saluran sirkulasi untuk air umpan disediakan dari uap dan air yang terpisah drum atau drum terpasang. Dua unit pompa sirkulasi boiler terhubung, satu seperti di unit operasi dan yang lainnya sebagai unit stand by. Uap yang dihasilkan dipisahkan oleh drum uap dan dipasok langsung ke peralatan-peralatan yang sesuai dengan prosedur operasional yang ada di kapal MV. NYK Vega.

EGE mulai beroperasi pada saat mesin utama (mesin *diesel*) digunakan. Persiapan diperlukan sebelum mesin utama digunakan untuk *manouvering* pada jalur laut dan pada saat mesin akan *stop engine*/dimatikan sebagai berikut:

a. Operasi *Start-up*

Bila *EGE* berada dalam kondisi dingin, berikan air panas yang disirkulasikan ke *EGE* dari *boiler* tambahan. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

- 1) Buka katup ventilasi udara dan pengukur tekanan dari *EGE*, katup pengisap pompa sirkulasi *boiler*, katup *inlet* dan *outlet* drum *boiler* tambahan ke *EGE*, katup masuk dan keluar dari *EGE*.
- 2) Pastikan *drain valve EGE* ditutup. *Start* pompa sirkulasi *boiler* dan secara bertahap membuka katup pengiriman sampai terbuka penuh. Tunggu sampai menyemburkan air pada ventilasi udara *EGE* kemudian tutup katup ventilasi udara.
- 3) Jika pemisah drum uap tidak berada di bawah tekanan, buka katup ventilasi udara (*atmospheric valve*) dan operasikan mesin utama. Tutup katup ventilasi udara dari drum *separator* saat tekanan uap melebihi 0,1 Mpa.
- 4) Saat mesin utama sudah berjalan dan pembangkit uap bertambah, buka katup *outlet* uap dari pemisah uap secara

bertahap untuk menghindari *water hammer* dalam sistem perpipaan.

b. Operasi *Stopping*

Operasi *EGE* berhenti saat mesin utama berhenti beroperasi atau saat *manoeuvring departure/arrival* dan tidak ada *exhaust gases* masuk ke tabung. Dalam kasus normal, pompa sirkulasi *boiler* tidak perlu dihentikan operasinya. Pompa sirkulasi *boiler* yang beredar seharusnya berhenti, seperti pada saat melakukan perawatan dan dalam keadaan yang tidak dapat dihindari. Berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan pada saat operasi *stopping EGE*:

- 1) Mengoperasikan pompa sirkulasi *boiler* minimal 30 menit setelah mesin utama benar-benar berhenti. Ini harus terus berjalan sampai suhu tabung *EGE* kurang dari 150°C atau sama dengan suhu uap pada drum pemisah.
- 2) Menghentikan pompa sirkulasi *boiler* apabila tidak ada kondisi *abnormal* pada sisi gas buang dari *EGE*, seperti api jelaga, kelainan suhu, dll.
- 3) Saat pompa sirkulasi *boiler* berhenti, tutup semua katup dan buka katup ventilasi sisi air *EGE*.

c. Prosedur Pemeliharaan dan Tindakan Pencegahan

Prosedur perawatan yang sesuai harus diterapkan pada sisi gas buang *EGE* dan sisi air untuk menjaga efisiensi kerjanya, sebagai berikut:

1) Pembersihan menggunakan *Soot Blowing*



Sumber: Dokumentasi MV. NYK Vega

Gambar 2.4. *Soot Blower*

Membersihkan jelaga harus dilakukan dengan operasi *soot blowing* secara teratur, yaitu dua kali sehari saat dinas jaga dan bila kondisi berikut ini terjadi:

- 1) Mesin *turbocharger* utama sudah kering dapat diketahui dengan membuka *drin valve* dari *turbocharger* apakah ada air atau minyak yang keluar atau tidak sebelum mesin induk dioperasikan, dibersihkan dengan menggunakan *marine gritt* ketika mesin induk beroperasi karena jelaga akan terakumulasi di tabung *EGE* dan dilakukan operasi *soot blowing* segera.
- 2) Mesin utama beroperasi pada kondisi beban rendah terus menerus, maka harus sering dilakukan operasi *soot blowing* untuk meningkatkan efek pemindahan jelaga. Pengoperasian beban pada mesin utama harus di atas 75% atau lebih saat *soot blowing*.

- 3) *Draft loss* di sisi gas buang telah meningkat saat mesin utama beroperasi. Frekuensi *soot blowing* harus ditingkatkan sampai *EGE washing procedure* telah dilakukan.
- 4) Kenaikan suhu dari 142.9°C menjadi 229 °C pada *gas economizer* mengindikasikan kenaikan kontaminasi di permukaan pemanasan dan penurunan pertukaran panas.

5) Pengoperasian *Automatic Soot Blower*:

- a) Selalu pastikan *manual drain valve* dan *steam root valve* pada posisi *open*. Panel kontrol harus berada pada posisi "*on*" setiap *EGE* sedang digunakan.
- b) Dalam kasus *manual soot blower*, membuka katup pembuangan pada pipa *soot blower* dan membuka *steam root valve* secara bertahap untuk mengalirkan air yang terakumulasi di pipa dan menutup katup penguras saat uap keluar. Pastikan tidak ada sisa air pada pipa itu.
- c) Membuka katup berhenti dari *soot blower* dan menggunakan *soot blower handle* untuk diposisikan kira-kira satu menit per unit. Lakukan langkah yang sama di semua *soot blower*.

d. Pembersihan menggunakan air tawar pada bagian luar pipa *EGE*

Bila *soot blower* tidak mencukupi, *EGE washing* harus dilakukan menggunakan air tawar secara teratur menjaga kondisi tabung dan kinerja *EGE*. Prosedur pencucian menggunakan air tawar adalah sebagai berikut:



Sumber : Dokumentasi MV. NYK Vega

Gambar 2.5. *EGE Washing*

- 1) Saat melakukan pencucian menggunakan air tawar, lebih baik memulai saat *EGE* masih hangat karena memiliki efek melepas jelaga yang lebih besar.
- 2) Membuka katup pembuangan jelaga dari penangkap debu *EGE* dan memastikan pipa tidak tersumbat.
- 3) Memasang tutup kanvas ke saluran pembuangan gas buang *main engine* untuk mencegah agar air tawar tidak mengalir ke *turbocharger*.



Sumber : Dokumentasi MV. NYK Vega

Gambar 2.6. Saluran pembuangan gas buang *main engine*

- 4) Menutup semua *manholes* kecuali di lubang penutup atas untuk membuat pencucian jelaga *EGE* lebih efektif. Bila ada pintu lain yang terbuka, mungkin air tawar saat pencucian tidak jatuh di bagian bawah akibat efek ventilasi.
- 5) Mempersiapkan sejumlah air tawar yang cukup dan jaga tekanan suplai di atas 0,2 MPa atau sesuai buku instruksi pembuatnya untuk mengantisipasi tekanan berlebih yang mengakibatkan *nozzle* tidak bisa terkontrol pada saat dipegang.
- 6) Menyemprotkan air tawar di setiap sisi pipa dari atas ke bawah. Jelaga yang telah tersapu air tawar dari atas kemungkinan tertinggal di bawah pipa. Pompa sirkulasi *boiler* dioperasikan sejenak untuk memaksa jelaga menjadi kering sehingga bisa efektif dalam pembersihannya. Jelaga yang terendam air tawar akan dikeringkan pada pompa sirkulasi *boiler* yang lama kelamaan akan menyusut. Jelaga diisolasi dari permukaan pemanas dan mudah dilepaskan.
- 7) Jelaga dari penangkap debu tidak bisa dibersihkan secara efektif sehingga penyumbatan mungkin terjadi pada saluran pembuangan. Menetralisir jelaga dengan menggunakan *natrium hidroksida* (NaOH). Sekitar 10 kg *natrium hidroksida* (NaOH) harus diletakkan pada setiap 1 m³ *drainase* di tangki *drainase*. Untuk mencegah pipa *drainase*

dari penyumbatan dan korosi, cuci bersih pipa saluran pembuangan dan tangki *drainase* dengan air tawar.

- e. Tindakan pencegahan untuk menghindari kebakaran akibat jelaga.

Jelaga adalah produk pembakaran yang menempel pada tabung *EGE*. Jelaga dapat membakar dan melelehkan tabung *EGE*.



Sumber : Dokumentasi MV. NYK Vega

Gambar 2.7. Jelaga

Untuk mencegah pembakaran jelaga atau api jelaga perhatikan hal-hal berikut ini:

- 1) Kondisi operasional (*draft losses, inlet/outlet, suhu gas buang, dll*) dari *EGE*. Tetapkan operasi jelaga interval yang tepat untuk pencucian air dengan benar.
- 2) Setelah melakukan *EGE washing*, cukup melakukan pengeringan (melalui pengoperasian pompa sirkulasi *boiler*) atau mengeluarkan jelaga sebanyak mungkin dari tabung pemanas dengan cara melakukan *soot blower*.

- 3) Generasi jelaga dipengaruhi oleh pembakaran mesin utama yang tidak sempurna, kualitas bahan bakar dan kurangnya pelumasan. Mesin utama dioperasikan secara efisien untuk meminimalisasi akumulasi jelaga di *EGE*.

f. Tindakan yang harus dilakukan jika terjadi kebakaran jelaga:

- 1) Jalankan kedua pompa sirkulasi *boiler* secara paralel jika suhu gas buang *EGE* suhu menjadi sangat tinggi.
- 2) Menghentikan atau perlambat mesin utama sessegera mungkin.
- 3) Pada tahap awal, operasikan *blot* jelaga untuk memadamkan api.
- 4) Mengatur personil di area *EGE* untuk memeriksa suhu dan kondisi disana. Antisipasi kemungkinan terjadinya *breakout of fire*.
- 5) Setelah mengkonfirmasi bahwa suhu *EGE* turun, periksa semua bagian tabung tanda *burn-out*.
- 6) Lakukan pencucian menggunakan air tawar pada *EGE* jika perlu.
- 7) Jika ada pipa yang rusak dan bocor yang mengakibatkan air masuk ke mesin utama melalui *exhaust gases*, periksa dan pastikan tidak ada air yang terakumulasi di mesin utama saluran gas buang.

g. Tindakan Pencegahan terhadap Korosi Suhu Rendah :



Sumber : Dokumentasi MV. NYK Vega

Gambar 2.8. Korosi di dalam EGE

1) Pengoperasian *exhaust gas bypass valve*

Pada saat kapal sedang dalam *manoeuvring*/mesin utama pada kondisi *low load*, *EGE exhaust gas bypass valve* dioperasikan untuk mengalirkan gas buang yang melewati *EGE* agar tidak terjadi akumulasi jelaga yang membentuk produk korosif pembakaran yang bisa menyebabkan korosi suhu rendah ke tabung.

2) Pengendalian kuantitas air.

Pada saat kapal sedang dalam *manoeuvring* atau *main engine* berada pada kondisi *low load boiler*, Air yang bersirkulasi ke *EGE* dikendalikan oleh katup kontrol untuk meningkatkan/menurunkan kuantitas air yang bersirkulasi ke *EGE*, serta menjaga suhu gas buang yang sesuai ke titik yang tidak akan jatuh turun ke suhu yang dapat menyebabkan korosi suhu rendah ke tabung.

4. Uap

Menurut Murni (2011:2), uap air (*steam*) yaitu gas yang timbul akibat perubahan fase air (*cair*) menjadi uap (*gas*) dengan cara pendidihan (*boiling*). Untuk melakukan proses pendidihan diperlukan energi panas yang diperoleh dari sumber panas, misalnya dari permukaan bahan bakar (padat, cair, dan gas), tenaga listrik dan gas panas sebagai sisa proses kimia serta nuklir.

Jusak (2016:147) mengungkapkan bahwa uap yang diproduksi dalam ketel uap dapat dibedakan dalam beberapa jenis, sesuai kebutuhan untuk menjalankan pesawat uap, yaitu:

a. Uap Basah (uap yang mengandung butiran air)

Uap basah ialah uap yang masih mengandung butir-butir air, yaitu uap yang baru pertama kali dihasilkan dari penguapan dan masih berhubungan langsung dengan air atau uap yang keluar dari drum uap (ketel pipa air) dan uap yang keluar langsung dari ketel pipa api. Uap basah ini mengandung air dan masih bertekanan rendah ($12-16 \text{ kg/cm}^2$) dengan suhu ($160-200^\circ\text{C}$) sehingga tidak sesuai jika dipergunakan untuk menjalankan turbin uap penggerak utama kapal. Umumnya di kapal untuk menjalankan pesawat-pesawat bantu.

b. Uap Jenuh (Uap yang sangat sedikit mengandung air)

Uap jenuh (uap kenyang) ialah uap yang tidak mengandung air yang mempunyai tekanan tertinggi pada suhu tertentu. Uap jenuh juga merupakan hasil dari uap basah yang dipanaskan lagi atau dapat juga melalui alat pemanas uap pertama (*superheater-1*), sampai menciptakan tekanan ($< 20 \text{ kg/cm}^2$) dan suhu tertentu ($< \text{suhu } 240^\circ\text{C}$). Uap jenuh ini dapat dipergunakan sebagai tenaga pendorong turbin uap bertekanan rendah. Uap jenuh dapat dihasilkan dari ketel uap pipa air dan ketel uap pipa api yang dipanaskan lagi.

c. Uap Panas Lanjut (uap kering)

Uap panas lanjut (uap kering) ialah uap yang suhunya lebih tinggi dari uap jenuh pada tekanan yang sama. Uap kering ini merupakan hasil dari uap-kenyang yang dipanaskan lagi melalui alat pemanas uap (*superheater-2*) kedua atau ketiga, sampai mencapai tekanan ($20-40 \text{ kg/cm}^2$) dan suhu tertentu ($240^\circ\text{C}-400^\circ\text{C}$) atau yang diinginkan. Uap panas lanjut umumnya dihasilkan dari ketel-ketel pipa air, dimana gas pembakaran yang keluar dari dapur pembakaran masih mampu untuk memanaskan

uap pertama dan kedua atau ketel-ketel uap yang dilengkapi dengan superheater 1 dan 2 sehingga dapat menghasilkan uap-kering yang bertekanan tinggi dengan suhu yang tinggi pula. Uap panas lanjut inilah yang sangat baik untuk dipergunakan menggerakkan turbin uap sebagai motor penggerak utama kapal.

5. *Sea Passage (Laut lepas)*

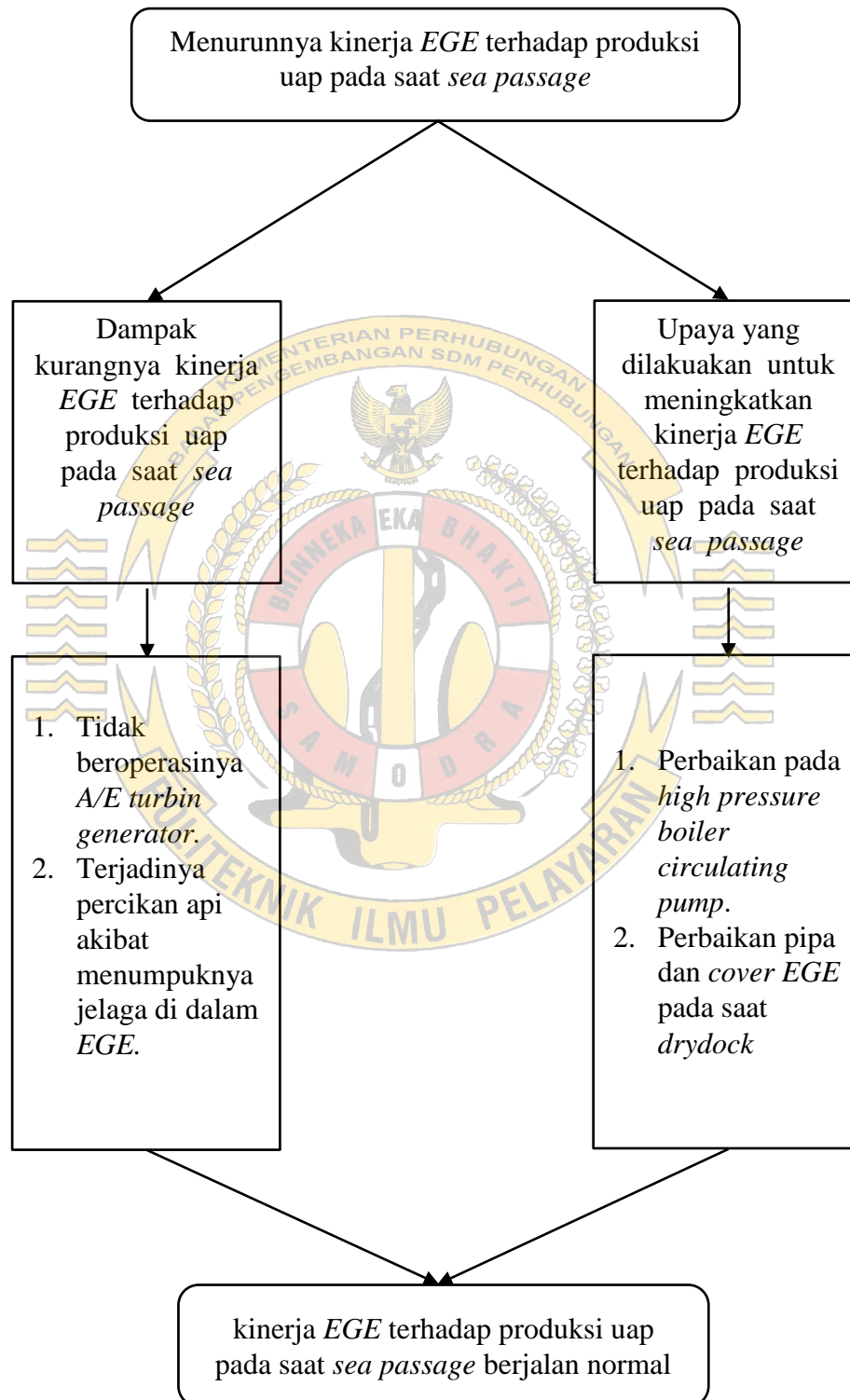
Sea passage menurut Kendis (2014:62) merupakan bagian laut yang tidak termasuk perairan pedalaman dan laut teritorial dari suatu negara.

Pada pasal 3 konvensi Jenewa tahun 1958 menurut Wayan (2005:20), menegaskan tentang status perairan di atas landasan kontinen sebagai perairan laut lepas (*high seas*) dan ruang udara di atasnya sebagai ruang udara bebas atau yang tidak berada di bawah kedaulatan negara manapun serta tidak terpengaruh oleh hak-hak negara pantai atas landas kontinen tersebut. Dengan adanya penegasan ini berarti, bahwa pada perairan di atasnya yang masih tetap berstatus sebagai laut lepas, maka kebebasan-kebebasan laut lepas sebagaimana ditegaskan dalam pasal 2 dari konvensi tentang laut lepas 1958 yang meliputi, kebebasan pelayaran, penangkapan ikan, kebebasan untuk memasang kabel-kabel dan pipa-pipa saluran dasar laut, serta kebebasan untuk terbang di atasnya, masih tetap diakui. Penegasan ini merupakan suatu yang sudah sewajarnya, oleh karena landas kontinen itu hanya berkenaan dengan dasar laut dan tanah di bawahnya saja.

Interference with ships on the high seas (kebebasan dan aturan-aturan kapal di laut bebas) meliputi *stateless ship* (kapal berbendera negaranya), *hot pursuit* (pengejaran seketika), *the right of approach* (hak untuk mendekati), *treaties* (melakukan perjanjian), *piracy* (perompakan di laut), *belligerent right* (hak untuk negara yang sedang berperang dengan memperbolehkan melakukan perdagangan dengan kapal dagang musuh), *self defense* (pertahanan sendiri), dan *action authorized by the united nations* (sanksi/tindakan dari persatuan bangsa-bangsa).

B. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.9. Kerangka Pikiran

C. Definisi Operasional

Dari penelitian ini terdapat istilah yang digunakan sebagai berikut:

1. *Auxiliary Engine Turbo Generator*

Adalah kombinasi turbin yang langsung terhubung ke generator listrik untuk pembangkit tenaga listrik. Generator turbo bertenaga uap besar menyediakan sebagian besar listrik dunia dan digunakan oleh kapal turbo-listrik bertenaga uap.

2. *Auxiliary Engine Diesel Generator*

Adalah kombinasi mesin diesel dengan generator listrik (*alternator*) untuk menghasilkan energi listrik. Mesin pengapian kompresi diesel biasanya dirancang untuk berjalan dengan bahan bakar *diesel*, namun beberapa jenis diadaptasi untuk bahan bakar cair atau gas alam lainnya.

3. *Auxiliary Boiler*

Adalah bejana bantu tertutup dimana air atau cairan lainnya dipanaskan. Cairan yang dipanaskan atau menguap keluar dari ketel untuk digunakan dalam berbagai proses atau aplikasi pemanas, termasuk pemanasan air untuk memproduksi uap di kapal.

4. *Soot Blower* adalah alat yang berfungsi untuk membersihkan jelaga yang terakumulasi di sudut luar pipa *EGE*.

5. *Main Engine* adalah mesin yang digunakan sebagai penggerak utama di atas kapal yang dapat menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kapal.

6. *Manholes* adalah bagian dari *EGE* yang berfungsi sebagai lubang masuk inspeksi bagian dalam *EGE*.

7. *Breakout of fire* adalah situasi dimana api dipadamkan pada tempat yang telah disediakan.

