

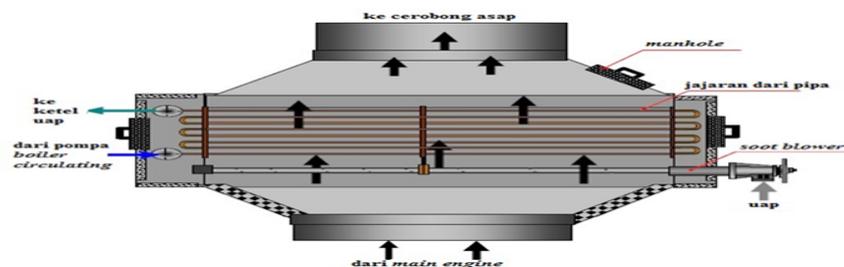
BAB II

LANDASAN TEORI

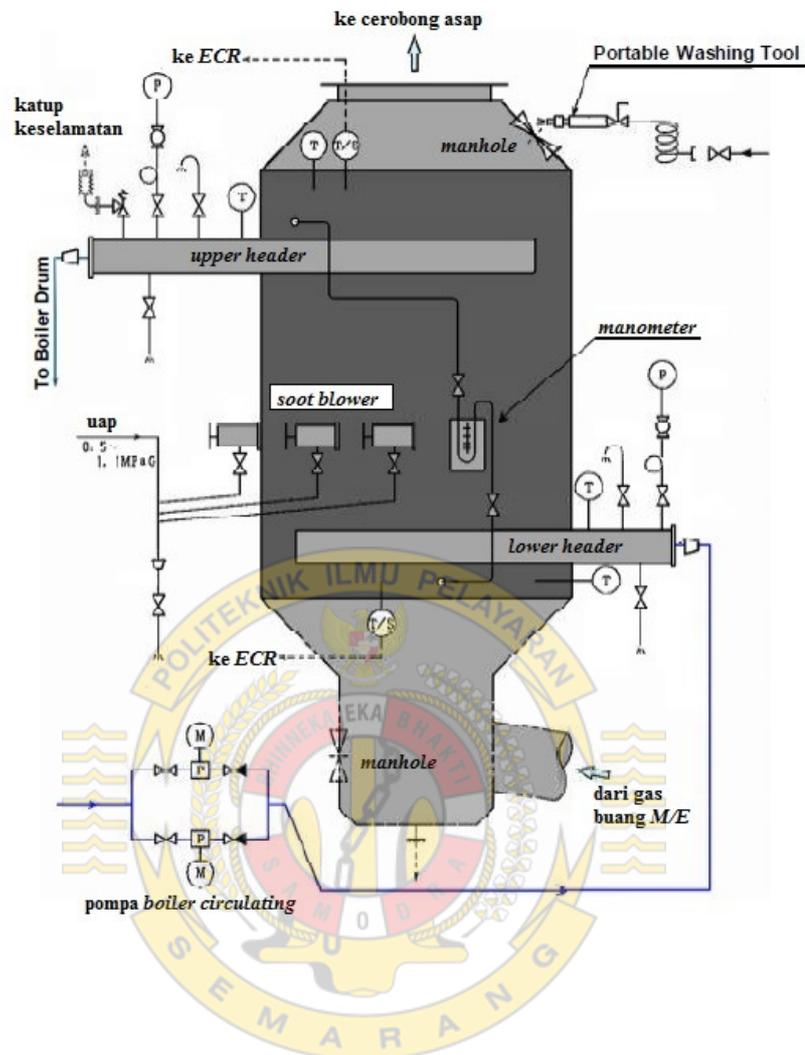
A. Tinjauan Pustaka

1. *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 *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 *voyage* hanya untuk mendukung permesinan bantu (kecuali *aux. turbin generator*) karena bentuknya yang kecil sehingga tidak membutuhkan banyak tempat.



Gambar 2.1 *Exhaust Gas Economize (EGE)* jenis vertikal



Gambar 2.2 Exhaust Gas Economizer (EGE) jenis horizontal

MV.ORIENTAL RUBY 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 sesuai dengan prosedur operasional yang ada di kapal MV.ORIENTAL RUBY.

2. Prosedur pengoprasian *EGE*

Saran operasi ini tidak menjadi prosedur yang komprehensif. Instruksi pabrikan yang sebenarnya digabungkan dengan pengalaman praktis *on-board* akan menentukan urutan aktual yang harus diikuti 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 dihasilkan dipisahkan oleh drum uap dan dipasok langsung ke peralatan-peralatan yang *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*.

3. Jenis Ekonomizer

Jenis *ekonomizer* dapat diklasifikasikan menjadi 2 kelompok, *bare tube* dan *extended surface*. kedua jenis ini biasanya dirancang *counterflow* dari air dan produksi pembakaran. Hasil dari besarnya deferensial dari temperatur, dan lebih bagus dalam penyerapannya. Penggambaran *counterflow* akan memperbesar efisiensi boiler karena pembuangannya mendekati *inlet water*.

Banyak tipe dari *extended surface economizer*. Hal yang paling menonjol adalah mempunyai spiral steel fins yang dilas. Beberapa fitur termasuk adalah *joint* pada tabung yang digunakan header. Marin *economizer* menggunakan desain *counterflow* dimana aliran keatas dari gas dan kebawah dari gas. Pressure drop berkisar 25% dari normal kondisi aliran paralel, lanjut aliran keatas dari gas dan air. Meskipun *ekonomizer* dioperasikan pada *feed water* dengan temperatur di bawah 180° F, hal itu dapat diatur menjadi 220°F. Temperatur ini akan meminimalkan korosi. Dengan residual oil yang digunakan *feed water* di temperatur 270°F-280°F dari itu, akan didapatkan *ekonomizer counterflow* didesain untuk mengurangi temperatur gas yang keluar yang berkisar 320°F. *Ekonomizer* dari *counterflow* (*down flow water, up flow gas*) diferensial temperatur sedikitnya 50°F harus didesign

minimal 50°F harus dijaga pada *ekonomizer* bypass, total dari losses efisiensi berkisar 5%-7%. Hal yang terpenting ketika operasi dengan *ekonomizer* akan meningkatkan superhiter outlet. Hasilnya akan memperbaiki aliran gas pada belokan, meningkatkan rasio massa dari steam dan transfer banyak dari steam.

Pada *ekonomizer* terjadi proses pemanasan air, terdapat tiga jenis

ekonomizer yaitu :

a. *Low pressure economizer*

Low pressure economizer memanaskan air hingga temperatur

159°C. *Low pressure economizer* memiliki presure 17kg/cm².

b. *High pressure economizer 1*

High pressure economizer 1 memanaskan air hingga temperatur

17°C. Air dari *high pressure economizer 1* mengalir menuju *high pressure economizer 2*.

c. *High pressure economizer 2*

High pressure economizer 2 memanaskan air hingga temperatur 295°C.

4. **Komponen Ekonomizer**

Konstruksi *ekonomizer* adalah berdasarkan tipenya, ada tipe *ekonomizer* yang tidak menyatu dengan boiler-nya dan ada juga boiler yang menyatu dengan boiler-nya. Perbedaan keduanya hanyalah pada letaknya. Pada *ekonomizer* yang dihubungkan langsung dengan boiler dan terpasang langsung saat dikeluarkan pabriknya. Dalam hal ini spesifikasi alatnya bukanlah dari tipe *ekonomizer* melainkan tipe dari boiler itu sendiri yaitu *boiler recovery* atau disebut *economizer*.

Adapun bagian-bagian dari *ekonomizer* sebagai berikut:

a. *Soot Blower*

Soot blower yaitu suatu peralatan mekanis yang digunakan untuk pembersihan bagian ketel seperti pada *ekonomizer* dari

endapan-endapan abu yang lengket pada pipa-pipa *economizer*. *Soot blower* mengerakkan alat pembersih melalui mulut pipa (*nozzel*) pada abu yang lengket pada pipa-pipa *economizer*. *Shoot blower* juga mencegah terjadinya penyumbatan gas asap yang lewat.

b. *As Handling*

Membantu dan menjaga agar *economizer* tetap dalam kondisi baik. Maka *ekonomizer* dilengkapi dengan *as handling*. *Ekonomizer* adalah alat pemindah panas berbentuk tubular yang digunakan untuk memanaskan air umpan boiler sebelum masuk ke steam drum istilah ekonomizer diambil dari istilah itu.

5. 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 kg/cm²) dengan suhu (160-200°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 kg/cm²) dan suhu tertentu (< suhu 240°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 kg/cm²) dan suhu tertentu (240°C-400°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.

6. *Voyage*

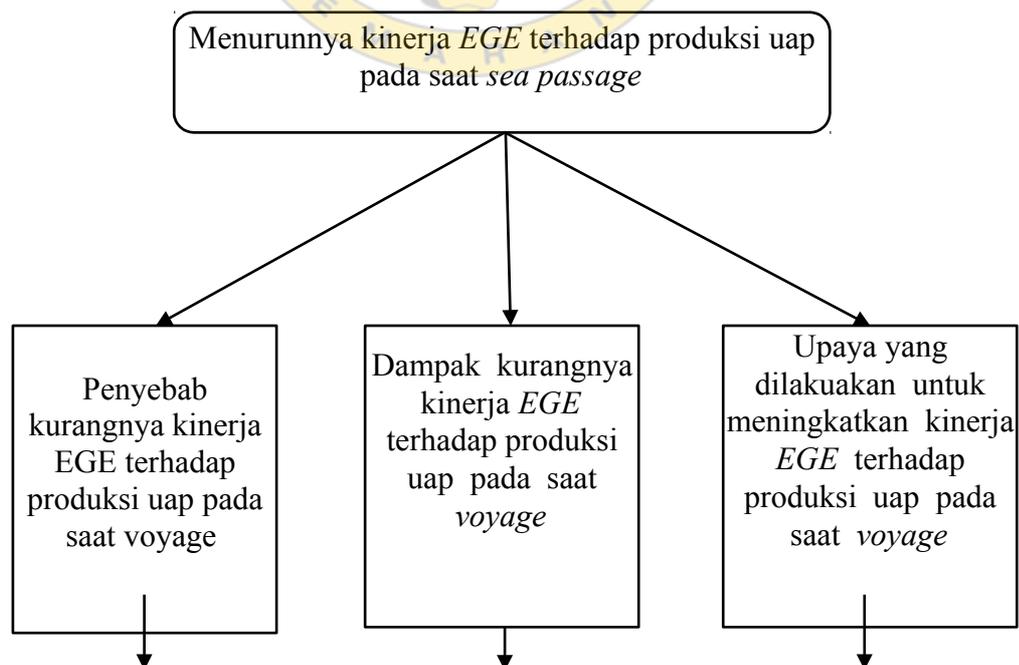
voyage menurut Kendis (2014:62) merupakan bagian laut yang tidak termasuk perairan pedalaman dan laut teritorial dari suatu negara.

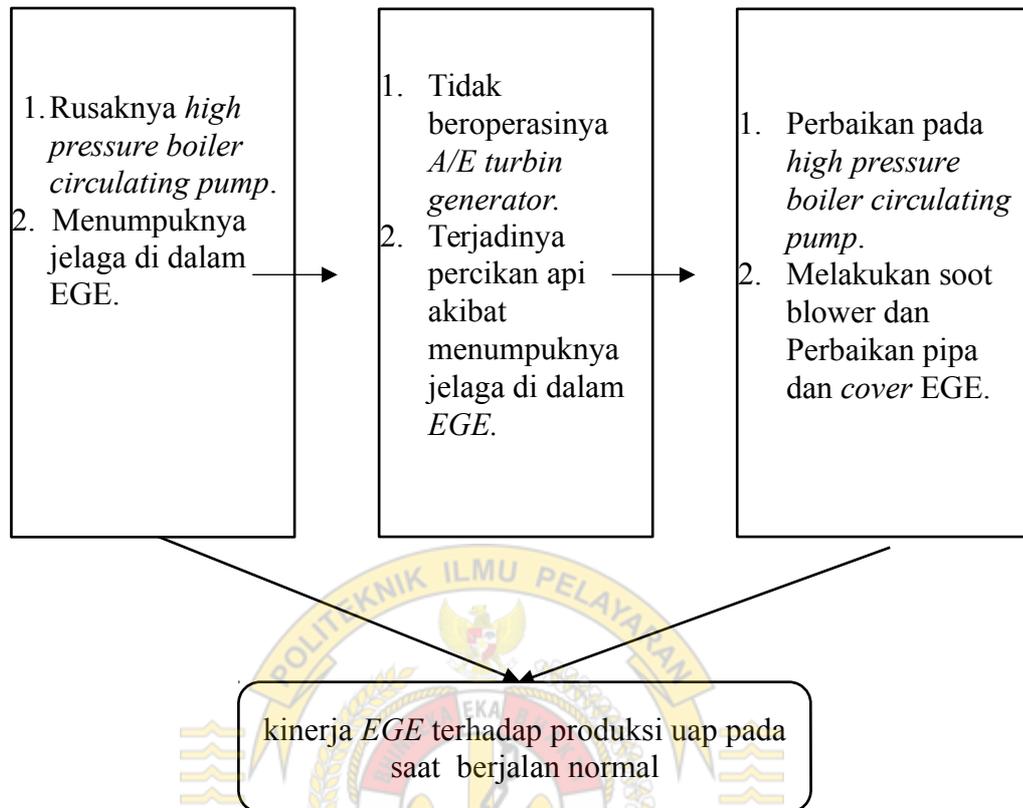
Pada pasal 3 konvensi Jenewa tahun 1958 menurut Wayan (2005:20), menegaskan tentang status perairan di atas landasan kontinen sebagai perairan laut lepas (*high seas*) dan ruang udara di atasnya sebagai ruang udara bebas atau yang tidak berada di bawah kedaulatan negara manapun serta tidak terpengaruh 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 mendekat), *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:





C. Definisi Operasional

Berdasarkan 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.

