



**ANALISIS KEBOCORAN *ECONOMIZER SIDE* PADA *COMPOSITE BOILER* DI MT. GAMKONORA**

**SKRIPSI**

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel) pada  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

**Oleh**

**NIYAN DANEAL SAPUTRA**

**NISR. 012361250005 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA RPL DP IV**

**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN**

**SEMARANG**

**2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISI KEBOCORAN *ECONOMIZER SIDE* PADA *COMPOSITE*  
*BOILER* DI MT. GAMKONORA**

Disusun Oleh:

**NIYAN DANEAL SAPUTRA**

**NISR. 012361250005 T**

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 17 Juli 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Materi

Metodologi dan Penulisan

**Dr. F. PAMBUDI W., S.T, M.T.**

**IMAM SAFI'L, S.Si.T.,M.Si**

**Penata Tk. I(IV/a)**

**Penata (III/d)**

**NIP. 19641126 199903 1 002**

**NIP. 19771222 200502 1 001**

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknika

**Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL MT, M.MAR.E**

**Penata Tk. I(III/d)**

**NIP. 19730331 200604 1 001**

## PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi dengan judul “Analisis kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT.Gamkonora” karya,

Nama : NIYAN DANEAL SAPUTRA

NISR : 012361250005

Program Studi : TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari Jumat, tanggal .....

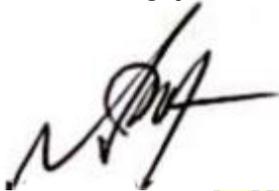
Semarang, .....

### Panitia Ujian

Penguji I

Penguji II

Penguji III

  
Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E  
Pembina (IV/b)  
NIP. 196412121998081001

  
Dr. F. Pambudi Widiatmaka., S.T., M.T  
Pembina (IV/a)  
NIP. 196411261999031002

  
Riyadini Utari.,M.Si  
Penata Muda Tk. I (III/b)  
NIP. 19950318 2020122015

Mengetahui

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Capt. Sukirno, M.M.Tr.,M.Mar  
Pembina Tingkat I (IV/b)  
NIP. 19671210 199903 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : NIYAN DANEAL SAPUTRA

NIT : 012361250005

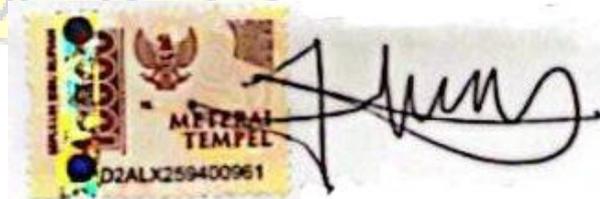
Program Studi : TEKNIKA

Skripsi dengan judul “ANALISIS KEBOCORAN *ECONOMIZER SIDE* PADA *COMPOSITE BOILER* DI MT.GAMKONORA”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang,

Yang membuat pernyataan,



**NIYAN DANEAL SAPUTRA**

012361250005 T

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

1. Tuhan itu baik, semua hal di dunia itu sudah ada yang atur rejeki, maut, jodoh, perpisahan, peremuan dan lain lain. Yang sudah terjadi jangan di sesali, jadikan sebuah pembelajaran yang akan menguatkan
2. Barang siapa bersungguh-sungguh, maka dia akan mendapatkan kesuksesan.
3. Memiliki niat usaha tapi tanpa doa sama dengan nol, berdoa tanpa tanpa memiliki niat usaha sama dengan nol. Jadikan niat usaha dan doa berjalan bersamaan niscaya semua akan indah pada waktunya.

### Persembahan :

1. Orang tua saya, Sri Ningsih dan Biyanto beserta keluarga yang selalu memberikan semangat, motivasi dan contoh dalam membentuk karakterku, meskipun semua itu dilakukan dengan penuh pengorbanandan air mata yang semata mata ingin menjadikan aku anak yang berakhlak dan bermanfaat untuk orang lain.
2. Almamater saya, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, serta para senior yang telah membimbing, serta teman–teman yang memberi semangat dan doa kepada saya untuk mengerjakan skripsi ini agar selesai dan wisuda tepat waktu.

## PRAKATA

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Analisis Kebocoran *Economizer Side* pada *Composite Boiler* di MT.Gamkonora”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan program RPL D.IV Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang serta syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel).

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa adanya bantuan bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu peneliti mengucapkan terimakasih kepada:

1. Capt. Sukirno, M.M.Tr., M.Mar selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Yth Ali Muktar Sitompul MT, M.MAR.e selaku Ketua Jurusan Teknika.
3. Yth. Bapak Dr. F. Pambudi Widiatmaka, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing materi skripsi.
4. Yth. Imam Safi'i, S.Si.T., M.Si selaku dosen pembimbing penulisan skripsi
5. Yth. Para dosen pengajar yang telah memberikan pengetahuan kepada peneliti selama menempuh Pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

6. Seluruh awak kapal MT.Gamkonora khususnya *crew* bagian mesin yang telah memberikan data dan informasi yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Orang tua tercinta, terutama ibu yang selalu memberikan motivasi dan doa.
8. Pacar saya, Meliantika Febrianti yang selalu menjadi pengingat dalam melakukan tugas saya sebagai seorang yang pantang menyerah dan selalu semangat dalam belajar.
9. Semua pihak yang tidak peneliti sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Tak ada satupun sesuatu yang sempurna di dunia ini karena kesempurnaan hanya milik Tuhan Yang Maha Esa, maka peneliti menyadari bahwa dalam karya ilmiah (skripsi) ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, sehingga peneliti menerima kritik dan saran dari berbagai pihak demi perbaikan di masa yang akan datang.

Semarang,

Penulis



**NIYAN DANEAL SAPUTRA**

012361250005 T

## ABSTRAKSI

**NIYAN DANEAL S**, 2024, 02361250005 T, “*Analisis Kebocoran Economizer Side Pada Composite Boiler Di MT. Gamkonora*”, Skripsi Program Studi Teknika, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. F. Pambudi Widiatmaka, S.T., M.T dan Pembimbing II: Imam Safi’I, S.Si.T., M.S

*Economizer* di *composite boiler* adalah suatu pesawat bantu di atas kapal yang berfungsi untuk memproduksi uap panas dengan tekanan lebih dari 1 bar atau 1 *atmosfir* yang digunakan untuk media pemanas air ketel, minyak lumas dan akomodasi lainnya di atas kapal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor penyebab kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler*, dampak dari faktor penyebab kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* dan upaya yang dilakukan untuk mencegah faktor penyebab kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler* MT.Gamkonora.

Jenis metode penelitian yang penulis gunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah *kualitatif* dengan menggunakan metode *SHELL* untuk mempermudah dalam teknik analisis data. Penulis juga menggunakan metode pengumpulan data yang penulis lakukan adalah dengan cara observasi, dokumentasi dan wawancara untuk memperkuat dalam analisis data.

Berdasarkan hasil penelitian penulis, faktor penyebab utama terjadinya kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT. Gamkonora adalah keadaan air yang keruh/kotor, tingginya kandungan *chloride*/klorida, rendahnya nilai pH air *economizer boiler* sehingga mengakibatkan adanya kerak/*scale* yang menumpuk di *economizer boiler*. Faktor kedua adalah reaksi udara yang mengandung oksigen yang mengakibatkan terjadi korosi pada *economizer boiler*, lamanya usia pipa *economizer* dan tekanan uap berlebih dengan suhu tinggi. Dampak yang ditimbulkan adalah endapan kotoran pada *economizer*, lemahnya konstruksi *economizer boiler* akibat adanya *pressure stress* bersuhu tinggi. Untuk mencegah kebocoran *economizer* upaya yang harus dilakukan adalah dengan penggantian *cascade filter*, pemberian BWT (*Boiler Water Treatment*), *Chemical treatment* dan melakukan *blowdown* sesuai jadwal, dan memperhatikan pengoperasian dan tekanan uap kerja pada *economizer boiler*.

Kata kunci : Analisis, Kebocoran, *Economizer*, *Composite Boiler*, MT.Gamkonora.

## ABSTRACT

**NIYAN DANEAL S**, 2024, 02361250005 T , “*Analisis Leaks of Economizer Side in Composite Boilers in MT.Gamkonora*”, Thesis of the Engineering Study Program, RPL Diploma IV Program, Semarang Shipping Science Polytechnic, Advisor I: Dr. F. Pambudi Widiatmaka, S.T., M.T and Advisor II: Imam Safi’I, S.Si.T.,M.S

*The economizer in a composite boiler is an aircraft that functions to produce hot steam with a pressure of more than 1 bar or 1 atmosphere which is used for heating boiler water, lubricating oil and other accommodations on board. The purpose of this study was to determine the factors causing leakage on the economizer side of the composite boiler type, the impact of the factors causing the leak on the economizer side boiler type and the efforts made to prevent the factors causing the leakage on the economizer side of the composite boiler. MT.Gamkonora.*

*The type of research method that the author uses in the preparation of this thesis is qualitative using the SHELL method to facilitate data engineering. The author also uses data collection methods that the authors do is by way of observation, documentation and interviews to strengthen the data analysis.*

*Results Based on the author's research, the main factors causing leakage of the economizer side on the composite boiler in MT. Gamkonora is a condition of cloudy/dirty air, high chloride/chloride content, low pH value in the economizer boiler, air content resulting in scale/scale that accumulates in the boiler economizer. The second factor is the reaction of air containing oxygen which results in corrosion of the economizer boiler, the need for the age of the economizer pipe and excessive steam pressure with high temperatures. The impact is deposits on the economizer, weak boiler construction due to the pressure generated by the boiler. To prevent the factors causing economizer leakage, the effort that must be done is to replace the cascade filter, provide BWT (Boiler Water Treatment), chemical treatment and carry out blowdown according to schedule, and pay attention to the operation and working steam pressure of the economizer boiler.*

*Keywords: Analisis, leakage, Economizer, Composite Boiler, MT.Gamkonora.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAKSI .....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian .....	3
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II KAJIAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	6
B. Kerangka Pikir Penelitian .....	29
<b>BAB III PROSEDUR PENELITIAN</b>	
A. Metode Penelitian.....	30
B. Waktu Dan Tempat Penelitian .....	31
C. Sampel Sumber Data Penelitian.....	31
D. Teknik Pengumpulan Data.....	33
E. Instrument Penelitian .....	34
F. Teknik Analisis Data Kualitatif .....	35
G. Pengujian Keabsahan Data.....	38

**BAB IV HASIL PENELITIAN**

A. Gambaran Konteks Penelitian.....40  
B. Deskripsi Data.....41  
C. Temuan.....48  
D. Analisa Hasil Penelitian .....50  
E. Pembahasan Masalah .....62

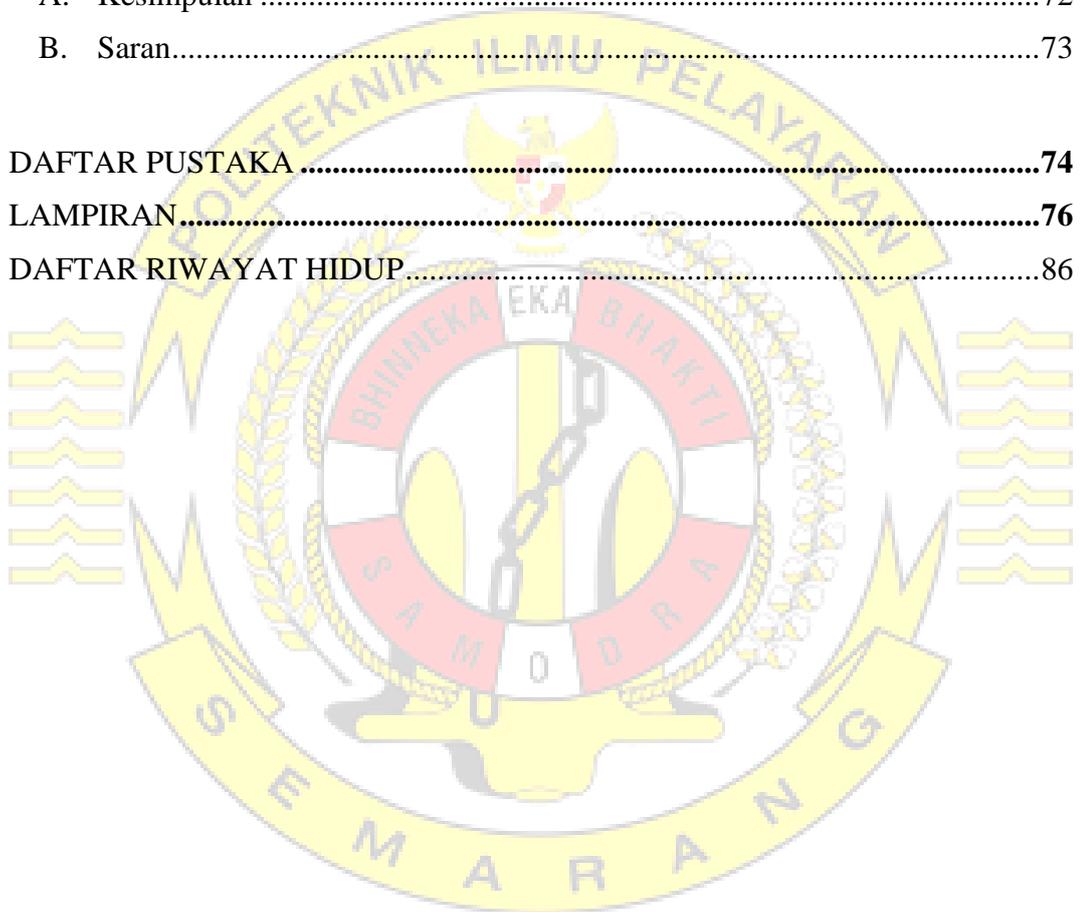
**BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....72  
B. Saran.....73

DAFTAR PUSTAKA .....74

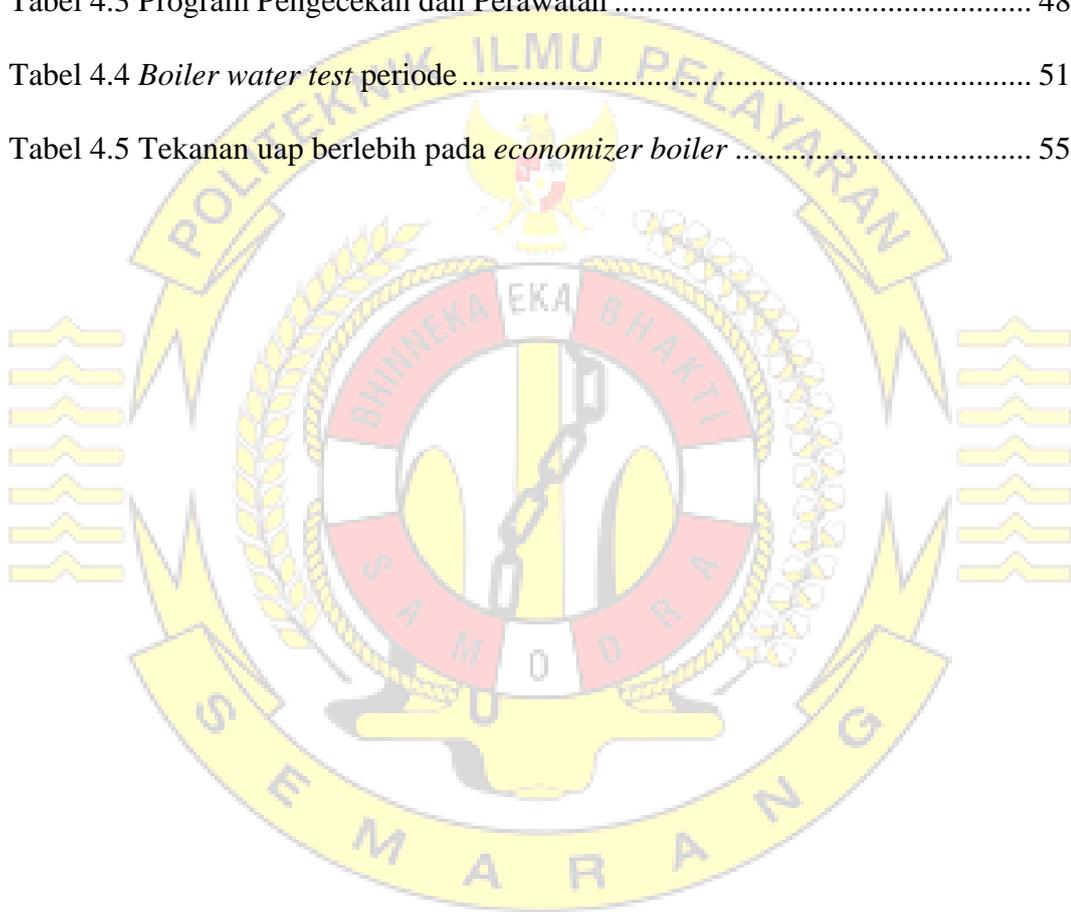
LAMPIRAN.....76

DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....86



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan normal air <i>boiler</i> .....	15
Tabel 2.2 Kerangka Pikir.....	15
Tabel 4.1 Penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini .....	40
Tabel 4.2 Referensi Gas Buang.....	43
Tabel 4.3 Program Pengecekan dan Perawatan .....	48
Tabel 4.4 <i>Boiler water test</i> periode .....	51
Tabel 4.5 Tekanan uap berlebih pada <i>economizer boiler</i> .....	55



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem pengisian air <i>boiler</i> .....	7
Gambar 2.2 <i>Exhaust gas economizer</i> serta <i>composite boiler</i> .....	19
Gambar 2.3 Kerangka Pikir .....	29
Gambar 4.1 <i>Boiler</i> MT. Gamkonora .....	42
Gambar 4.2 Gelas Duga Tangki <i>Cascade</i> .....	52
Gambar 4.3 Pengukuran pH (kertas lakmus).....	53
Gambar 4.4 Kondisi pipa <i>economizer</i> .....	54
Gambar 4.5 Tekanan uap .....	55
Gambar 4.6 PH Air Pada Berbagai Temperatur .....	64
Gambar 4.7 Korosi Pada Pipa <i>Economizer</i> .....	65

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Wawancara .....	76
Lampiran 2 Gambar .....	82
Lampiran 3 IMO <i>Crew list</i> .....	83
Lampiran 4 <i>Ship's Particular</i> .....	85



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Transportasi laut antar pulau di Indonesia maupun negara lain merupakan salah satu sarana untuk melakukan kegiatan ekspor impor di Indonesia dan di luar negeri yang terpisahkan oleh laut, ada faktor eksternal yang dapat mempengaruhi operasional kapal sehari-hari. Udara yang lembab, faktor bawah air, dan angin laut yang kencang merupakan faktor yang tidak dapat dikendalikan, soal tersebut ada yang tidak boleh diabaikan adalah perbaikan dan pemeliharaan mesin dan peralatan kapal, sehingga dapat meningkatkan kemampuan kapal dan mengurangi pembatasan faktor eksternal di laut. Pekerja perlu memperhatikan kesalahan umum mesin dan peralatan kapal, dan dapat menghilangkan faktor kesalahan ini semaksimal mungkin, sehingga kapal dapat beroperasi secara normal. Pada proses perawatan yang sebenarnya, karena kapal tidak dapat ditambatkan dalam waktu yang lama, efek perawatan tidak dapat mencapai tujuan yang diharapkan, bahkan kerugian peralatan mekanik akan bertambah. Kapal perlu untuk memperkuat penerapan teknologi perbaikan dan pemeliharaan, meningkatkan diagnosis dan pemeliharaan kesalahan umum, dan memastikan bahwa kapal dapat ditangani pada saat kapal gagal, sampai batas tertentu, untuk menghindari perluasan lebih lanjut. kecelakaan, dan untuk menjamin keselamatan operasi kapal.

*Boiler* dipasang di kapal untuk pabrik propulsi, yang digunakan untuk beroperasi dengan uap (mesin uap). Uap yang dihasilkan oleh *boiler* digunakan banyak sistem di ruang mesin, termasuk pemanasan bahan bakar untuk mesin induk. Mempertimbangkan pentingnya *boiler* dan risiko yang terkait dengan operasinya di kapal, ada perkembangan di industri untuk meningkatkan kinerja dan keamanan *boiler* di kapal.

Pada tanggal 10 februari 2020, penulis mengalami masalah tidak biasa dengan *economizer side* pada *composite boiler* di Mt. gamkonora. Penulis sedang melakukan pelayaran dari Tuban (Jawa Timur) ke tangjung priuk (Jakarta) kemudian terjadilah *low water level alarm* pada tangki kaskade secara tidak wajar dan berulang kali. Normalnya *tanki cascade alarm low water* tiap 4 jam sekali. Kru mesin mengecek dan mendiskusikan bukti di lokasi, kru mesin kapal menemukan kebocoran pada *economizer* yang menyebabkan hasil uap terbuang dan terkondensasi didalam *exhaust manifold* mesin induk yang menyebabkan sistem pengisian air *boiler* terganggu. Kejadian tidak normal tersebut kapal dalam kondisi tenaga penuh/*full away* di daerah perairan Jawa Timur pada pukul 08:00 pagi hari. Situasi ini berakibat konsumsi air tawar untuk pengisian ketel meningkat sampai proses perbaikan selesai.

Lokasi perairan pada saat itu tidak aman dan tuntutan jadwal muatan yang sudah ditentukan sehingga proses perbaikan harus ditunda hingga kapal tiba di Tanjung Priuk. Kejadian tidak normal pada *economizer side* di *composite boiler* ini di perhatikan kru mesin dan dinas jaga kamar mesin dalam keadaan lebih sering melakukan pengecekan kamar mesin dan selalu mengisi

air *cascade tank* demi mencegah kerusakan lebih besar pada ketel uap agar sistem suplai uap beroperasi normal dan tetap terjaga

Setelah sampai di Tanjung Priuk, kekentalan pada bahan bakar *heavy fuel oil* menurun, sehingga kru mesin segera mengambil tindakan untuk mengganti bahan bakar *heavy fuel oil* menjadi *diesel oil* dan melakukan cerat pada *exhaust pipe* mesin induk yang berisi air dari kondensasi uap yang keluar dari *economizer*, *mesini melakukan* pencegahan supaya air tidak masuk ke sistem *turbocharger* mesin induk yang dapat merusak *turbocharger*, dan juga melakukan perbaikan pada kerusakan lainnya. Sistem perawatan terencana/*Plan Maintenance System* (PMS) adalah strategi perawatan yang paling umum digunakan di atas kapal. *Plan Maintenance System* (PMS) merupakan inspeksi sistematis dilakukan untuk mendeteksi malfungsi sebelum menyebabkan kegagalan. Jadwal pemeliharaan berbasis waktu direncanakan untuk mencegah masalah yang tidak terduga, sistem dapat lebih maksimal.

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka penulis tertarik mengambil judul. “**Analisis Kebocoran *Economizer Side* pada *Composite Boiler* di MT.GAMKONORA**”.

## **B. Fokus Penelitian**

Fokus penelitian adalah memutuskan untuk fokus pada tujuan atau topik Pada penelitian ini, penulis fokus ke pembahasan terhadap analisis kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT. Gamkonora. sehingga dapat diketahui cara pencegahan kerusakan agar *purifier* dikapal berjalan dengan normal.

### C. Rumusan Masalah

Saat membahas skripsi ini, bentuk dari permasalahannya yaitu sebagai berikut:

1. Faktor apakah yang menyebabkan terjadinya kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT.Gamkonora?
2. Dampak apakah yang di akibatkan dari kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT.Gamkonora?
3. Upaya apa yang dilakukan pada kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT.Gamkoora?

### D. Tujuan Penelitian

Dengan permasalahan yang ada di atas. Tujuan penelitian ini dicapai oleh penulis dalam penelitian ini, yaitu:

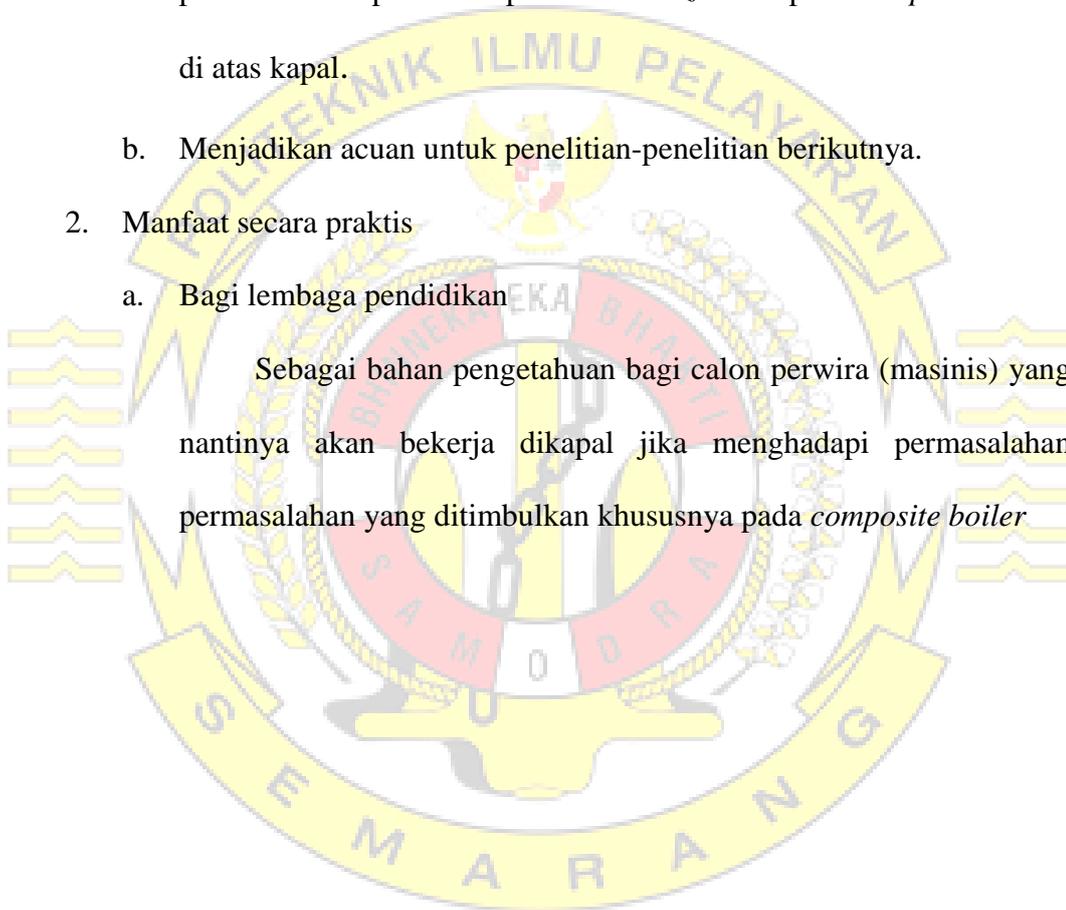
1. Untuk mengetahui factor penyebab kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT.Gamkonora.
2. Untuk mengetahui apa dampak dari kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT.Gamkonora.
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan agar kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT.Gamkonora tidak terjadi kembali.

## E. Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai Penulis dalam penelitian ini antara lain:

1. Manfaat secara teoritis
  - a. Memperluas wawasan penulis, rekan perwira, terutama taruna yang melakukan praktek laut dalam masalah khususnya dalam hal perawatan dan perbaikan pada *economizer side* pada *composite boiler* di atas kapal.
  - b. Menjadikan acuan untuk penelitian-penelitian berikutnya.
2. Manfaat secara praktis
  - a. Bagi lembaga pendidikan

Sebagai bahan pengetahuan bagi calon perwira (masinis) yang nantinya akan bekerja dikapal jika menghadapi permasalahan permasalahan yang ditimbulkan khususnya pada *composite boiler*



## BAB II

### KAJIAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

Dasar rumusan masalah, pada bab ini akan disajikan. Teori tersebut meliputi teori dasar *boiler /ketel uap*, uap, dan *economizer*.

##### 1. Ketel uap/*boiler*

###### a. Pengertian ketel uap/*boiler*

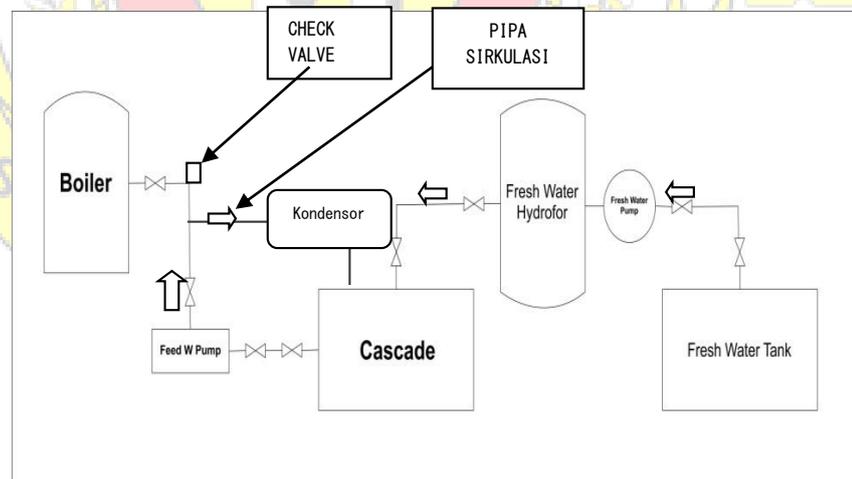
“*Boiler* adalah suatu bejana tertutup yang dapat menghasilkan uap atau steam melalui proses pembakaran yang menghasilkan panas dan dialirkan oleh air. Air panas atau uap pada tekanan tertentu akan digunakan sebagai alat atau bahan pengaliran panas ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas kesuatu proses. Jika air dipanaskan sampai ke titik didih dan menghasilkan *steam*, maka volumenya akan naik sekitar 1.600 kali, tenaga yang dihasilkan dari volume tersebut akan menyerupai bubuk misiu yang mudah meledak, maka dari itu perawatan dan pengelolaan *boiler* harus di jaga dengan sangat baik”. (Amin, 2015)

*Boiler* mempunyai beberapa sistem yaitu sistem *steam/uap* dan sistem pengisian air tawar. Sistem pengisian air tawar memiliki peran yang penting di dalam ketel uap, karena air tawar untuk mengisi *drum boiler*, air tawar yang berada di dalam *drum boiler* itu di panaskan dengan pembakaran bahan bakar atau menggunakan *economizer* untuk menyerap panas dari gas hasil pembakaran setelah melewati

*superheater*. Pemanasan air ini berlangsung sedemikian rupa sehingga perbedaan temperatur antara air pengisi dan air di dalam drum *boiler* tidak terlalu besar, sehingga tidak terjadi *thermal stress* (tegangan akibat pemanasan) di dalam drum utama.

b. Sistem pengisian air *boiler*

Air pengisi / feed water adalah air yang digunakan untuk memasok kebutuhan air ke *boiler drum*, yang nantinya akan digunakan sebagai bahan baku untuk pembentukan uap. Air pengisi ketel uap ini haruslah air yang telah *ditreatment*, seperti filtrasi, demineralisasi, dan *softening* untuk memastikan bahwa air yang masuk *boiler* benar-benar bersih dari kotoran-kotoran yang tersuspensi maupun yang terlarut, dan juga memastikan bahwa air yang masuk *boiler* telah memenuhi syarat air masuk *boiler* tersebut.



Gambar 2.1 Sistem Pengisian Air Boiler  
Pengertian dari beberapa bagian dari lihat gambar 2.1 yang

berhubungan dengan sistem pengisian air tawar pada *boiler*.

Berikut penjelasan komponen boiler.

- 1) *Fresh water tank* adalah sebuah tanki untuk menyimpan air tawar dari hasil *fresh water generator* atau dari *supply* darat untuk konsumsi crew atau untuk oprasional mesin di atas kapal
  - 2) *Fresh water pump* adalah alat untuk mengalirkan cairan dari *fresh water tank* ke permesinan untuk kebutuhan oprasional
  - 3) *Fresh water hydrophore* adalah alat untuk memindahkan air ke seluruh kapal atau untuk kebutuhan permesinan dengan menggunakan kombinasi angin, sehingga menghasilkan air bertekanan tinggi
  - 4) *Cascade tank* adalah untuk penyimpanan atau cadangan air untuk *boiler* dengan suhu temprature tinggi, hasil *condensate* dari uap atau air dari *fresh water tank* yang di pindahkan
  - 5) *Feed water pump* adalah pompa yang berfungsi untuk memindahkan air dari *cascade* menuju ketel *boiler*.
  - 6) *Boiler* adalah bejana yang berisi air yang di panaskan dengan menghasilkan uap bertekanan 1 atsmofir atau lebih yang di gunakan untuk operasional kapal
- c. Perawatan ketel/*boiler*
- 1) Pengolahan air

Sisi air (*boiler interior*) harus diperiksa secara hati-hati setidaknya dua kali setahun. Inspeksi ini sangat penting dan tidak diragukan lagi yang paling penting dari semua langkah-langkah

pemeliharaan, karena memiliki pengaruh langsung pada umur panjang *boiler* dan pada keamanan.

2) Perawatan untuk *boiler* tekanan rendah

Pengolah cairan umpan *boiler* yang sama bagi *boiler* tekanan kecil (5-30 bar) bisa diadakan untuk apa yang disebut produk perawatan kimia gabungan (multi). Dengan itu membutuhkan satu produk yang ditambahkan ke air ketel yang, mengendapkan kesadahan, menghasilkan air dengan alkalinitas yang ditentukan, dan mengais oksigen terlarut.

Untuk menjadikan umpan dan air *boiler* dalam kualitas yg di tentukan, pengujian berikut dapat dilakukan setiap hari.

- a) Pengujian alkalinit *Fenolftalein* (P) (100-300 ppm): Tingkat dosis produk perlakuan gabungan didasarkan pada nilai alkalinitas P.
- b) Pengujian nilai klorida (maks 200 ppm): Ini adalah pedoman untuk laju melakukan *blowdown*, dan indikasi kontaminasi air laut.
- c) Pengujian pH air ketel: standar yang ditentukan adalah 8 hingga 10 untuk mencegah serangan korosi.
- d) Pengujian pH kondensat: standar yang di tentukan adalah 7 hingga 10 untuk mengontrol kontaminasi atau korosi.

Pada hasil analis air, sejumlah zat kimia untuk *boiler* melalui *potfeeder*, pompa proporsional, atau langsung ke

*hotwell*. Nilai klorida akan menentukan laju dan jumlah blowdown yang digunakan untuk air *boiler* dalam standart ketentuan.

3) Perawatan untuk *Boiler* Tekanan Menengah & Tinggi.

Menurut Denies Styawan (2006:32) Pemakaian produk perawatan kimia khusus *boiler* ini tidak layak, karena tekanan dan suhu yang lebih tinggi membuat kecenderungan kerak dan korosi, sehingga perlu untuk mengubah produk kimia dan parameter pengujian secara individual. Program perawatan yang terkontrol termasuk dosis dan pengawasan bahan kimia fungsi tunggal sangat penting. Pengujian air *boiler* dilakukan lebih sering dengan *boiler* ini. Biasanya, ini dilakukan tiga hingga lima kali sehari untuk menghasilkan standar kualitas air yang ditentukan. Juga tingkat pengujian seperti yang dapat dilihat pada contoh di bawah ini.

- a) Uji alkalinitas *Phenolphthalein* (P) (100-120 ppm  $\text{CaCo}^3$ ): Kontrol alkalinitas.
- b) Uji alkalinitas total (M) (di bawah 2 x alkalinitas P): Kontrol alkalinitas.
- c) Uji fosfat (20–30 ppm  $\text{PO}^4$ ): mengendapkan kekerasan.
- d) Uji hidrazin (0,03-0,15 ppm  $\text{N}_2\text{H}^4$ ): Kontrol oksigen.
- e) Uji klorida (<35 ppm): Mengontrol laju *blowdown*.
- f) Uji pH air *boiler* (8-10): Pengendalian korosi.

g) Uji pH kondensat (7-10): Kontrol korosi.

Pada hasil pengujian, produk kimia yang berbeda ditambahkan ke umpan dan air *boiler*.

ketentuan dalam air *boiler* juga dapat lihat oleh pengukur konduktivitas, yang menampilkan pembacaan visual kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar konsentrasi padatan, semakin tinggi pembacaannya.

Sehingga nilai ambang batas memiliki ( $<2000$  mikro $\Omega$ ,  $300\mu\text{S/cm}$ ) *boiler* harus ditiup ke bawah untuk mengurangi kandungan padat hingga dalam batas yang dapat diterima.

Hasil uji, dosis kimia yang ditentukan, jumlah air *make up*, dan kecepatan blow down biasanya dicatat dalam log pengolahan air umpan / *boiler*. Sebagian pedoman (Nalco, Drew Asland, Unitor) bahan kimia perawatan menyediakan layanan untuk memeriksa perawatan.

4) Pembersihan Ketel

a) Pembersihan Sisi Air Awal

Pembersihan pertama untuk perawatan *boiler* baru, atau *boiler* lama setelah perbaikan besar atau perbaikan memerlukan pendidihan unit dengan larutan kaustik, untuk membersihkan gemuk dan endapan lain, yang mungkin berada di pembangkit uap. Selama mendidih unit dipekat pada tingkat rendah untuk mempertahankan 40% dari

tekanan operasi normal. waktu pendidihan biasanya dari 13 hingga 40 jam, di mana *boiler* ditiup turun secara berkala melalui semua sambungan tiup. Jika membutuhkan, pendidihan dapat dilengkapi dengan penghilangan asam yang dihambat untuk menghilangkan kerak.

Setelah panas, adalah pengerjaan umum untuk mengalirkan ketel, dan sesegera mungkin mulai menyiram ketel dengan air baru yang panas. Setelah penyalaan ini *boiler* didinginkan dan diperiksa semua bagian. Ketika hasilnya memadai *boiler* dioperasikan, jika tidak proses pembersihan diulangi.

b) Ketel dalam Operasi

Untuk operation yang bagus dan efisien, ketel harus menjaga kebersihannya baik dari air ataupun dari perapian. Dengan fokus yang memadai pada sistem umpan pra *boiler* dan dengan memperhatikan kimia air *boiler* dalam batas yang ditentukan, pembersihan tepi air semestinya tidak terlalu susah. Perapian, di sisi lain, memerlukan fokus setiap hari ketika suhu uap dan efisiensi *boiler* ingin tetapkan pada nilai optimalnya. tingkat ke titik di mana kerak atau lumpur yang panaskan ditemukan selama inspeksi tepi sungai, pengujian kimia dari endapan akan menunjukkan metode pembersihan yang paling sesuai untuk menghilangkannya.

Tabung dapat dibersihkan dengan menggunakan sikat yang oprasikan oleh turbin udara dan pemotong timbangan melalui setiap tabung, dan pembilasan dengan selang air bertekanan tinggi. Kerak dapat dihilangkan dari permukaan dalam dengan palu chipping pneumatik, sikat kawat genggam, dan bilas dengan selang air tekanan tinggi.

Mungkin membutuhkan pembersihan asam jika akses untuk pembersihan mekanis sempit, atau *boiler* yang sangat terkontaminasi. Perusahaan khusus harus melakukan perawatan untuk menyelesaikan proses ini, yang memerlukan penggunaan asam dan bahan pembilas penetral. Kekuatan asam, penetralisir, dan suhu penggunaannya sangat bagus untuk proses pembersihan harus dijaga dalam area yang di amankan. Kekuatan asam yang kuat atau sisa asam yang tidak dinetralkan setelah dibersihkan akan merusak logam, mungkin sampai parah nya bagian perlu di ganti.

Operasi pembersihan asam biasanya memerlukan waktu 10 hingga 30 jam, dan tahap akhir dengan pengecekan menyeluruh di tepi.

c) Pembersihan Sisi Api

*Soot blower* diperlukan untuk membersihkan sisi api *boiler* dari arang, dengan menggunakan angin atau uap

digunakan sebagai media *blowing*. Tergantung pada jenis *boiler* dan bahan bakar yang dibakar, *boiler* setidaknya jelaga ditiup setiap 12 jam.

Kebanyakan *boiler* bantu berbahan bakar minyak tidak dilengkapi dengan jelaga *blower*, *boiler* ini perlu dicuci secara berkala dengan selang air bertekanan tinggi.

d) Pembersihan Sisi Air

Sebagai memenuhi kebutuhan air *boiler* yang bagus demi pengoperasian dan mencegah percepatan korosi pada ketel ada beberapa syarat air *boiler* yang diperlukan.

Berdasarkan *instruction manual book* dari hasil pemeriksaan air *boiler* (normal):

- i. Tidak boleh menyebabkan endapan yang melekat dan keras.
- ii. Jenis garam yang masih ikut harus dikontrol pada kadar yang rendah.
- iii. Tidak boleh adanya gas atau senyawa yang membuat korosi/karat.
- iv. pengujian pH dari air tidak boleh pada tingkat yang tinggi pada baja.

Pada air pengisian *boiler*, air memiliki standar normalnya sebagai berikut.

Tabel 2.1 Kandungan Normal Air Boiler

NO	Kandungan	<i>Feed water</i>	<i>Boiler water</i>
1	Wujud	Bersih dari jelaga	-
2	Kekerasan	< 0,3 ° Dh	-
3	Kandungan <i>chloride</i> Cl <sup>1÷</sup>	Max. 100 ppm	Max. 350 ppm
4	Alkanity P	-	90 – 150
5	pH pada 25°C	8 – 10	9 – 11.5
6	Kelebihan <i>Hydrazine</i>	-	0,2 – 0,5 PPM
7	Kelebihan <i>Phospate</i>	-	25 – 45 PPM
8	Spesifik graviti pada 20°C	-	Max. 0.5 °
9	Kandungan O <sup>2</sup>	0	Max. 0.005 ml/l

Sumber: *Instruction Manual Book* MT. Gamkonora (2012)

Adapun contoh aktivitas kegiatan perawatan *boiler* di atas kapal:

- i. Melakukan penggantian air (*blow down*), bila kadar air sudah melebihi waktu yang di tentukan atau kadar ph air jelek.
- ii. Melakukan pengetes air *boiler* secara rutin sebulan sekali.

- iii. Melakukan pemberian *chemical* pada *cascade tank* sesuai kebutuhan pH pengetesan.
- iv. Melakukan *drain/cerat* pada hasil produksi uap. Perawatan pada *boiler* ini, harus dilaksanakan secara rutin dan teratur agar *boiler* beroperasi secara optimal dan maksimal dalam memproduksi uap.

## B. Uap/steam

Dikutip dari Murni (2011:2), uap/steam adalah gas yang terbentuk ketika terjadi perubahan fase air (*cair*) menjadi uap (*gas*) dengan cara air dipanaskan hingga mendidih (*boiling*). Energi panas digunakan untuk melakukan proses pendidihan. Energi panas dari sumber panas dengan bahan bakar (padat, cairan, gas), tenaga listrik dan gas panas sebagai sisa proses kimia.

Dikutip dari Jusak (2015:147) menyatakan bahwa uap yang diproduksi oleh *boiler* bisa dinyatakan menjadi beberapa jenis tergantung pada kebutuhan untuk penggunaan *boiler*, yaitu:

1. Uap basah (uap yang mengandung butiran air)

Uap basah adalah uap yang masih mempunyai butiran-butiran air, yaitu uap yang dihasilkan pertama kali dari penguapan dan masih mengandung butiran air atau uap yang keluar dari *drum* uap (ketel pipa air) dan uap yang keluar langsung dari ketel pipa api. Uap ini bertekanan rendah ( $<10 \text{ kg/cm}^2$ ) bertemperatur ( $160^\circ - 200^\circ\text{C}$ ) dan masih memiliki butiran air. Uap ini tidak layak digunakan untuk pengoperasian turbin uap

penggerak utama kapal. Uap ini pada umumnya hanya untuk pengoperasian pesawat bantu.

2. Uap jenuh (uap yang tidak mengandung air)

Uap jenuh adalah uap yang tidak mengandung air bertekanan tinggi pada temperatur tertentu. Uap jenuh juga dihasilkan dengan memanaskan kembali uap basah yang dipanaskan atau juga melalui alat pemanas uap pertama (*superheater*) sampai menjadikan tekanan ( $<20 \text{ kg/cm}^2$ ) dan suhu tertentu (suhu  $200^\circ\text{-}250^\circ$ ).

Uap jenuh ini dapat dipergunakan sebagai tenaga pengoperasian turbin uap bertekanan rendah. Uap jenuh dapat dibuat dari ketel uap pipa air dan ketel uap pipa api yang dipanaskan lagi.

3. 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 yang di proses lagi melalui alat pemanas uap (*superheater-2*) kedua atau ketiga, sampai mencapai tekanan ( $20\text{-}40 \text{ kg/cm}^2$ ) dan suhu tertentu ( $250^\circ\text{C}\text{-}450^\circ\text{C}$ ) atau yang diinginkan. Uap panas kering biasanya dihasilkan dari ketel-ketel pipa air, di mana 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 dibutuhkan untuk pengoperasian turbin uap sebagai motor penggerak utama kapal.

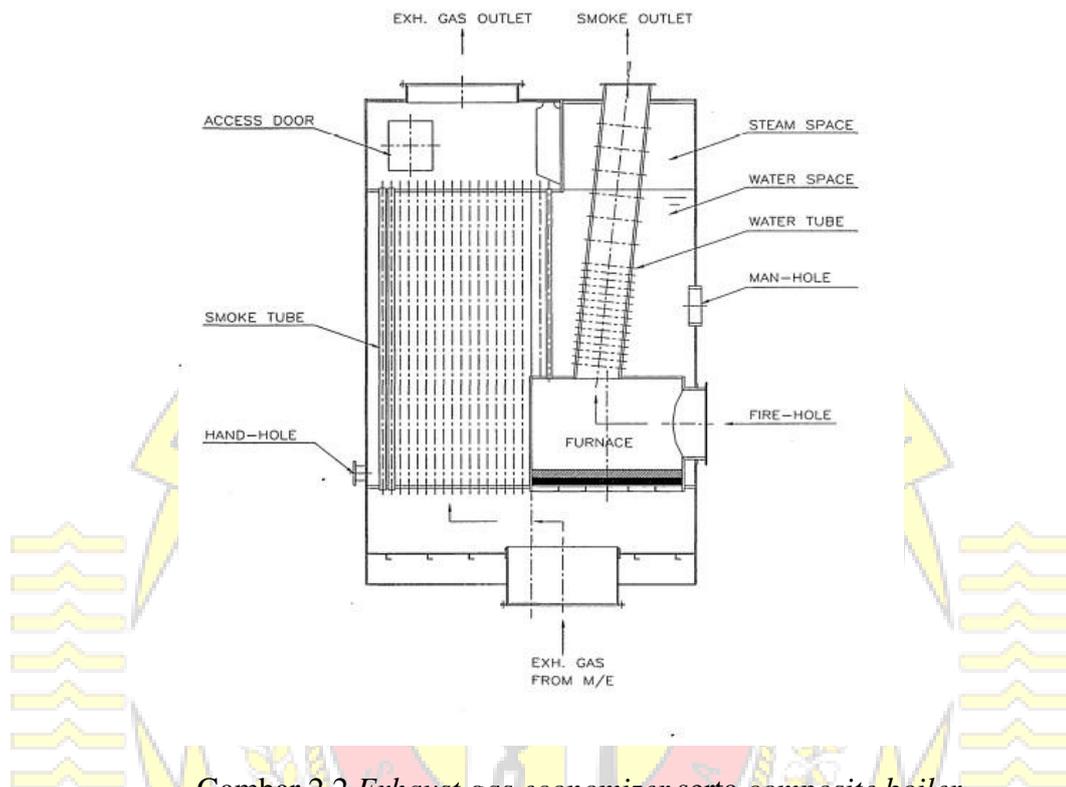
## C. Economizer

### 1. Pengertian *economizer*

Penggunaan panas limbah dari gas buang memiliki efek langsung pada efisiensi proses. Pengurangan konsumsi dan biaya *ekonomis*. Dengan memasang economizer di kapal, *boiler* tidak melakukan kerja terlalu banyak, atau tidak sama sekali selama berlayar, ketika mesin utama sedang bergerak, untuk mempertahankan tekanan uap yang diperlukan untuk pemanasan tangki bunker, air panas dan konsumen lainnya. Berapa banyak *boiler* bantu harus berjalan tergantung pada uap yang dibutuhkan, beban mesin dan keluaran uap *economizer*. Selama port stay, *boiler* tambahan akan bekerja terus menerus untuk mempertahankan tekanan uap yang dibutuhkan. Pembantu instalasi uap yang disediakan di kapal bertenaga diesel modern biasanya menggunakan panas gas buang penggunaan di dasar corong dan satu atau mungkin dua ketel tambahan. Uap jenuh atau super panas dapat diperoleh dari ketel tambahan tergantung pada tujuannya. Di laut ketel tambahan akan bertindak sebagai penerima uap untuk penukar panas gas buang, yang disirkulasikan melaluinya.

Di pelabuhan itu menggunakan minyak dengan cara konsumsi bahan bakar minyak *boiler* tambahan selama menginap di pelabuhan dapat dikurangi dengan memasang penghemat gas buang pada mesin bantu. Waktu pengembalian untuk retrofit pada kapal yang cukup tua dianggap kurang dari dua tahun menurut produsen besar *economizers* seperti Alfa Laval dan Greens Power (Alfa Laval, 2015, Greens Power, 2015). Solusi

mesin bantu telah ada sejak lama tetapi ketika harga bahan bakar lebih rendah, limbah panas dari mesin bantu tampak kurang penting.



Gambar 2.2 Exhaust gas economizer serta composite boiler  
Sumber: *Instruction Manual Book MT. GAMKONORA* (2012)

MT. GAMKONORA menggunakan *economizer* jenis *vertical smoke tube*. *Economizer* ini terpisah dengan tungku *burner* oleh plat yang tergabung dalam satu tabung *composite boiler*. *Economizer* jenis *vertical smoke tube* memanfaatkan *exhaust gas main engine* untuk menghasilkan uap dengan air ditempat yang sama. Pada bagian samping atas dan bawah *economizer* mempunyai dua lubang inspeksi melakukan pengecekan dan pembersihan perawatan seperlunya. *Casing* diamankan dengan isolator panas. Saluran sirkulasi air disediakan dari *cascade tank* menuju ke *composite boiler drum* yang bergabung menjadi satu dengan *economizer*.

Dua unit pompa sirkulasi *boiler* terhubung. Satu berada di *operation unit* dan yang lainnya terhubung sebagai *cadangan*. Uap yang sesuai yang di tentukan ada di kapal MT.gamkonora.

## 2. Prosedur pengoperasian *economizer*

Melakukan operasional ini tidak dimaksudkan sebagai prosedur yang komprehensif, tetapi hanya sebagai *aide-memoire*. Instruksi pabrikan yang sebenarnya ditambah dengan pengalaman praktis di dalam pesawat akan menentukan urutan aktual yang harus diikuti.

### a. Mulai dari dingin

- 1) Pastikan katup pembuangan tertutup.
- 2) Ventilasi udara terbuka.
- 3) Pastikan katup pompa sirkulasi terbuka.
- 4) Buka katup masuk dan tutup ventilasi udara saat uap/air keluar.
- 5) Buka perlahan katup masuk/keluar.
- 6) Periksa katup, flensa dll. untuk kebocoran.
- 7) Biarkan unit menjadi hangat.
- 8) Mulai pompa sirkulasi dan pastikan unit siaga pada mode otomatis.
- 9) Periksa tekanan pompa, beban motor dll.
- 10) Periksa apakah manometer tekanan diferensial sisi gas beroperasi.

b. Memulai dari Panas

Jika sistem dimatikan sementara, jangan lupa sirkulasi air di jalankan sebelum gas bolehkan melewati *boiler*. Ini sebagai tanggung jawab *Chief Engineer*, atau *Engineer* Kedua jika tidak ada, untuk memngecek jika Pompa Sirkulasi berjalan dan beroperasi dengan betul sebelum menghidupkan Mesin Utama. Dalam hal mesin induk telah beroperasi, dengan gas buang di atas 250°C dengan waktu panjang, dengan tidak beroprasi pompa sirkulasi, mesin harus diturunkan *speed* nya dan suhu gas buang masuk dan keluar dari *boiler* gas buang harus dibawa di bawah 100°C sebelum memulai pompa sirkulasi. Mulai dari pompa sirkulasi dengan tabung *boiler* gas buang pada suhu tinggi bisa menjadi kerusakan yang fatal.

Untuk kapal dengan *exhaust economizer by pass valve*, suhu air adalah faktor utama untuk mencegah kondensasi dan menjadi asam di sisi gas. Suhu yang di tentukan 140°C harus dijaga, saat mesin utama berjalan dengan gas buang melalui *economizer*.

c. Pengoperasian

- 1) Sirkulasi gas buang *mesin utama* harus perhatikan setiap saat. Ini untuk mencegah korosi "ujung dingin" tabung dan sirip.
- 2) Meniup jelaga harus dilakukan setidaknya dua kali sehari.
- 3) Jika sirkulasi perlu matikan karena alasan tertentu, unit harus diledakkan sebelum dimatikan.

- 4) Sangat wajib untuk berhati-hati bahwa ketika mengukus lambat atau menjalankan mesin utama dalam kondisi di mana gas buang yang dihasilkan cenderung mengotori permukaan samping gas (*blower* bantu berjalan), jika dipasang *by-pass* gas harus digunakan.
  - 5) Perhatikan tekanan diferensial di bagian gas dan alarm suhu outlet gas buang tinggi jika dipasang.
  - 6) Jika bahan kimia digunakan jelaga tersedia, maka injeksikan sesuai buku petunjuk.
- d. Pematian Normal
- 1) Segera sebelum akhir perjalanan laut, operasikan jelaga.
  - 2) Pertahankan sirkulasi selama minimal 12 jam setelah mesin dimatikan.
  - 3) Matikan pompa sirkulasi.
  - 4) Tutup katup isolasi *boiler* .
  - 5) Buka saluran pembuangan dan katup ventilasi.
  - 6) Selama *port state*, pantau casing unit *economiser* untuk tanda-tanda suhu tinggi.
- e. Emergency *Shut down*/pematian darurat karena tidak normal
- 1) Mengoperasikan peniup jelaga.
  - 2) Hentikan pompa sirkulasi dan isolasi unit.
  - 3) Buka katup pembuangan.
  - 4) Tergantung keadaan hentikan mesin induk.

5) Pantau bank tabung untuk perkembangan jelaga api.

3. Kerusakan *economizer*

Jika situasi semakin memburuk. Adanya bahan-bahan dalam kandungan air boiler yang umumnya tidak memadai menimbulkan kerusakan seperti munculnya, kerak/*scale*, dan korosi yang akan diuraikan sebagai berikut.

a. Kerak/*scale boiler*

Menurut Wita (2016:4) “Terbentuknya *scale*/kerak pada dinding boiler karena adanya mineral mengandung ion-ion menyebabkan membentuk *scale*/kerak, penyebab kerak dalam boiler menyebabkan efisiensi yang lebih rendah karena pengurangan laju perpindahan panas. *Overheating* dan kegagalan tabung bisa terjadi, dan seringkali biaya pembersihan bahan kimia yang tinggi mungkin diperlukan”.

Garam kalsium dan magnesium adalah kunci utama masalah kerak. Kontaminan ini dapat dihilangkan dari air make up sebelum masuk ke sistem, tetapi untuk kebanyakan boiler laut, alternatifnya adalah menggunakan bahan kimia untuk memodifikasi pembentuk kerak sehingga mengendap sebagai lumpur yang relatif tidak melekat, yang dapat ditiup. keluar dari boiler sebelum skala apapun terbentuk. Bahan kimia yang umum digunakan untuk mencegah pembentukan kerak adalah.

1) Sodium fosfat  $\text{Na}_2\text{HP0}_4$ .

Ini digunakan untuk mengendapkan garam kalsium (kapur) dari larutan sebagai lumpur kalsium fosfat.

2) Natrium Hidroksida NaOH.

Ini juga dikenal sebagai soda kaustik dan mengendapkan garam magnesium dari larutan sebagai lumpur magnesium hidroksida.

b. Korosi

Menurut Eirnal Bardal (2003:1) korosi adalah kerusakan atau turunnya kualitas logam akibat reaksi kimia antara logam dan zat yang ada di lingkungannya, yang menyebabkan senyawa yang dapat menjadikan kerusakan atau hancurnya material. Adanya gas terlarut seperti oksigen dan karbon dioksida dalam *feed* dan air *boiler* akan menjadikan korosi. Namun, itu tidak selalu terjadi dalam bentuk pemborosan umum, tetapi sering kali sebagai lubang dalam yang terlokalisir yang dapat dengan mudah menyebabkan kegagalan tabung.

Oksigen ialah satu bagian paling penting untuk korosi *boiler* adalah aksi oksigen terlarut dalam air *feed water*. Biasanya, lubang oksigen akan terjadi di dekat atau di atas garis air di drum uap *boiler*, atau sangat dekat dengan titik masuk air umpan. Oksigen dapat menyebabkan korosi karena dapat reaksi oksidasi, jadi kadar oksigen harus diturunkan sampai di bawah ambang batas.

Kandungan oksigen terdapat dalam air umpan dan boiler dikurangi dengan cara berikut:

1) Deaerasi termal

Kelarutan gas seperti oksigen dan karbon dioksida dalam air berkurang melalui meningkatnya suhu air. Oksigen dihilangkan dalam pemanas deaerating berventilasi saat uap dan kondensat dicampur, atau dengan memanaskan kaskade / *hotwell* hingga sekitar 90 derajat. Deaerasi termal akan menghilangkan hingga 75% oksigen yang tidak diinginkan, oksigen yang tersisa perlu diserap secara kimiawi.

2) Deaerasi kimia (pemulungan)

Bahan kimia ini dimasukkan ke air *boiler* untuk menghilangkan sisa oksigen. Natrium Sulfit ini akan bersatu dengan oksigen untuk membentuk natrium sulfat, yang menghasilkan pembentukan garam tercampur. Hidrazin Ini akan bereaksi secara kimia dengan oksigen untuk membentuk nitrogen dan air tetapi tidak akan menjadi padatan terlarut. Kedua bahan kimia itu beracun, dan hidrazin dianggap karsinogenik bagi manusia.

3) Karbondioksida

Sebagai hasil dari reaksi kimia antara natrium hidroksida (soda api) dan magnesium (pembentuk kerak) karbondioksida terbentuk, ini akan bergabung dengan air untuk menjadi asam

karbonat. Asam ini bisa melarutkan logam besi baik dalam *boiler* maupun sistem kondensat. Metode yang paling umum digunakan untuk menghilangkan karbondioksida adalah dengan menambahkan bahan kimia ke air umpan seperti hidrazin, dan amina yang mudah menguap.

#### 4. Solusi kerusakan *economizer side*

Solusinya adalah dengan menjaga kualitas air ketel dengan menggunakan Boiler Water Treatment jika air dengan kualitas yang kurang baik akan mempengaruhi keseluruhan dari *boiler* termasuk *economizer* sendiri. Fungsi utama BWT adalah mencegah korosi dan mencegah terbentuknya kerak. Oleh sebab itu kemampuan BWT yang diharapkan adalah :

- a. Mampu mengendapkan garam-garam yang dapat mengerak agar dapat menjadi endapan berupa lumpur yang tidak lengket pada dinding ketel.
- b. Mampu mempertahankan zat-zat pengendap dalam jumlah kecil tetapi cukup, dan alkalinitas dari air ketel.
- c. Mampu menurunkan kadar oksigen terlarut hingga minimum.
- d. Mampu mencegah pembentukan busa yang berakibat makin cepat terbentuknya kerak.

#### 5. Komponen *economizer*

Konstruksi *economizer* adalah berdasarkan tipenya, ada tipe *economizer* yang tidak menyatu dengan *boiler* dan ada juga *economizer*

yang menyatu dengan *boiler*. Perbedaan keduanya hanyalah pada letaknya. Pada *economizer* yang dihubungkan langsung dengan *boiler* dan terpasang langsung saat dikeluarkan pabrikannya. Dalam hal ini spesifikasi alatnya bukanlah dari tipe *economizer* melainkan tipe dari *boiler* itu sendiri yaitu *boiler recovery* atau disebut *economizer*.

Adapun bagian-bagian dari *economizer* sebagai berikut:

a. *Soot blow valve*

*Soot blow valve* adalah bagian alat yang mempunyai peran untuk membersihkan permukaan pipa-pipa pemanas pada *Boiler* dari kotoran atau debu yang menempel pada bagian pipa-pipa pemanas tersebut, seperti pada *economizer*, *soot blow valve* membersihkan dari endapan-endapan abu yang lengket pada pipa-pipa *economizer*.. Kotoran akan dibuang menuju tangki pembuangan/*soot drain tank*. *Soot blow valve* juga mencegah terjadinya penyumbatan gas asap yang lewat.

b. *Access hole*

*Access hole* merupakan tempat dimana bisa masuk melakukan perawatan dan untuk melihat keadaan pada *economizer* .

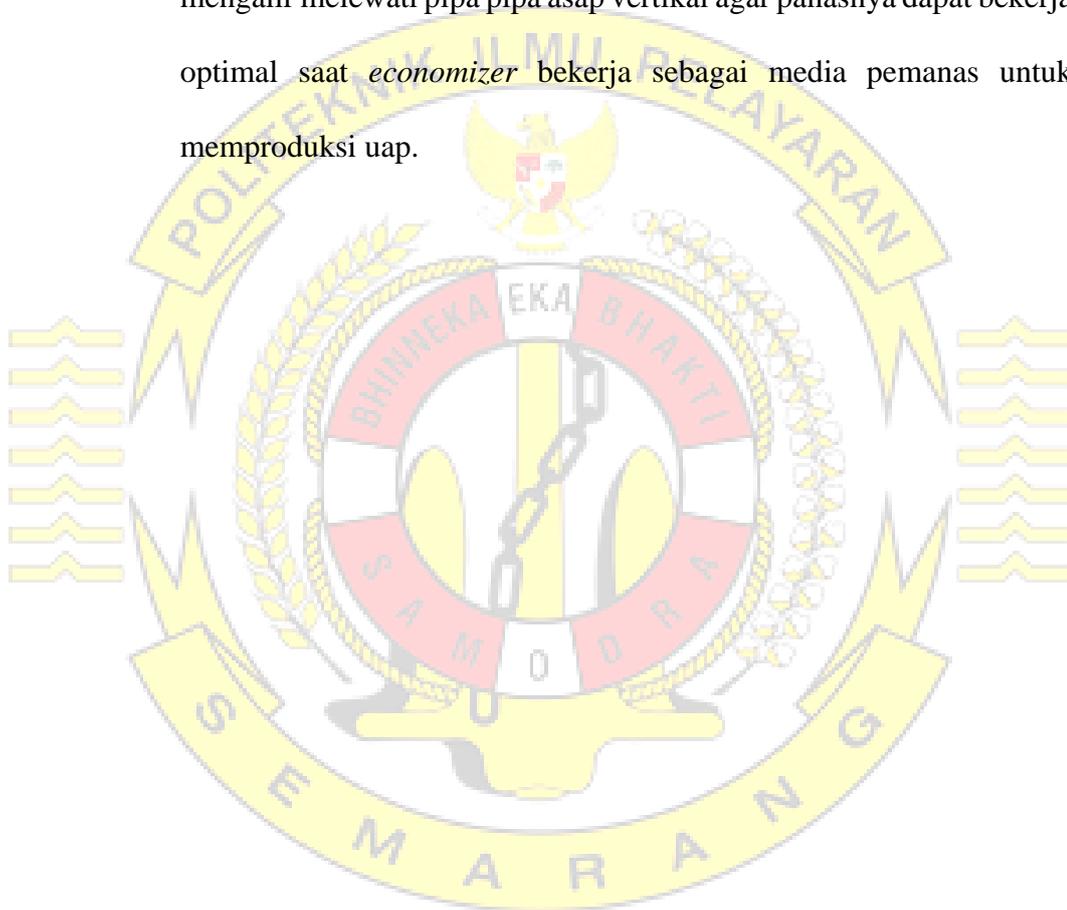
c. *Hand hole*

*Hand hole* merupakan tempat untuk melihat beberapa endapan kotoran atau karbon di dalam *economizer*. *Hand hole* memerlukan perawatan secara rutin seperti membersihkan endapan kotoran atau

karbon dalam waktu satu bulan satu kali pembersihan agar perpindahan panas dapat bekerja optimal.

d. *Smoke tube*

*Smoke tube*/pipa asap merupakan tempat mengalirnya *exhaust gas main engine* di dalam *economizer*. *Exhaust gas main engine* mengalir melewati pipa pipa asap vertikal agar panasnya dapat bekerja optimal saat *economizer* bekerja sebagai media pemanas untuk memproduksi uap.

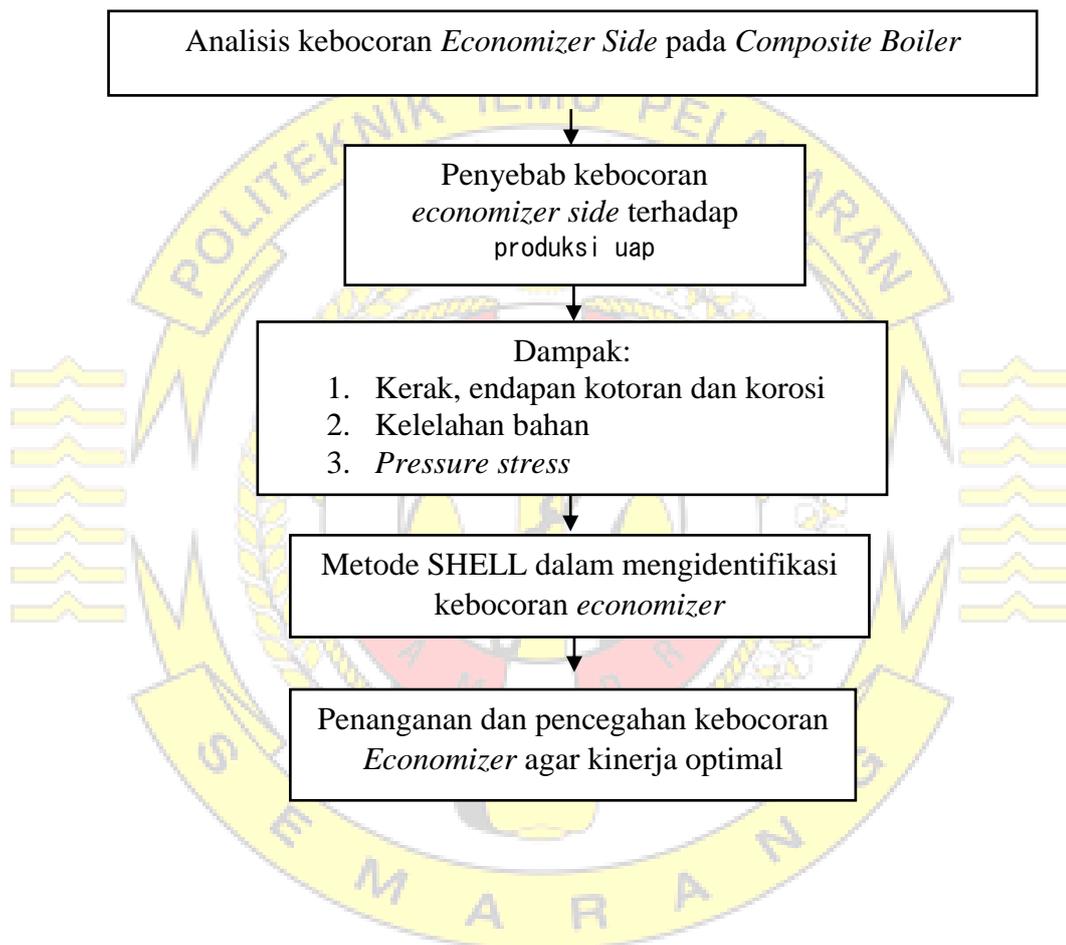


#### D. Kerangka Pikir Penelitian

Sesuai dengan judul proposal yang diambil maka di susunan kerangka pikir bagaimana kebocoran pada *economizer side* di MT.gamkonora.

Kerangka pikir yang dibuat oleh penulis adalah sebagai berikut:

Gambar 2.2 Kerangka Pikir



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya tentang analisis terjadinya kebocoran pada *economizer side* pada *composite boiler* di MT, Gamkonora maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

faktor penyebab utama terjadinya kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT. Gamkonora adalah keadaan air yang keruh/kotor, tingginya kandungan chloride/klorida, rendahnya nilai pH air *economizer boiler* sehingga mengakibatkan adanya kerak/scale yang menumpuk di *economizer boiler*. Faktor kedua adalah reaksi udara yang mengandung oksigen yang mengakibatkan terjadi korosi pada *economizer boiler*, lamanya usia pipa *economizer* dan tekanan uap berlebih dengan suhu tinggi. Dampak yang ditimbulkan adalah endapan kotoran pada *economizer*, lemahnya konstruksi *economizer boiler* akibat adanya *pressure stress* bersuhu tinggi. Untuk mencegah kebocoran *economizer* upaya yang harus dilakukan adalah dengan penggantian *cascade filter*, pemberian BWT (Boiler Water Treatment), *Chemical treatment* dan melakukan *blowdown* sesuai jadwal, dan memperhatikan pengoperasian dan tekanan uap kerja pada *economizer boiler*.

## B. Saran

Berdasarkan penelitian dan pembahasan masalah penyebab terjadinya kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler* di MT.Gamkonora, penulis akan memberikan saran sebagai masukan yang bermanfaat kepada pembaca. Adapun saran yang akan penulis berikan adalah :

1. Sebaiknya dalam pengoperasian dan perawatan *economizer boiler* masinis menyesuaikan dengan *instruction manual book* agar proses produksi uap tetap optimal dan konstruksi *economizer* tidak cepat melemah dan rusak.
2. Seharusnya perawatan mengenai kandungan air *economizer*, konstruksi *economizer* dan pengoperasian yang benar perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MT.Gamkonora..
3. Sebaiknya dalam pengoperasian dan perawatan *economizer boiler* masinis menyesuaikan dengan *instruction manual book* agar proses produksi uap dapat berlangsung maksimal

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ades, Sanjaya. 2011. Model-model Pembelajaran. Bumi Aksara. Jakarta
2. Arikunto, S. (2019). Prosedur Penelitian. Jakarta: Rineka cipta.
3. Bardal, Eirnal. 2003. *Corrosion and Protection*. Trondhiem, Norway:  
The Norwegian University of Science and Technology.
4. Handoyo, Jusak Johan, 2016, Ketel Uap, Turbin Uap, dan Turbin Gas  
Penggerak Utama Kapal, Djangkar, Jakarta  
Instruction Manual Book, 2012, Instruction Manual Book for Composite  
Boiler RP-130 Burner, Korea.
5. Moleong, L. J. 2010. Metodologi Penelitian Kualitatif. Bandung:  
PT  
Remaja Rosdakarya.
6. Muri Yusuf. 2014. “Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif &  
Penelitian Gabungan”. Jakarta : prenadamedia group
7. Murni, 2016, Buku Ajar Ketel Uap, Universitas Negeri Diponegoro,  
Semarang. Nasucha, Muhammad Rohmadi,. 2015. Bahasa Indonesia. Yogyakarta: Media Perkasa.
8. Noor, Juliansyah. (2011). Metodologi Penelitian: Skripsi, Tesis, Disertasi, & Karya Ilmiah. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
9. Pratikto, 2008, Ketel Uap Pipa Air Boiler Drum, CV. Asrori, Malang.
10. Sugiyono, 2019, Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D), Bandung, Alfabeta.

Sugiyono. (2018). Metode Penelitian Deskriptif. Bandung: CV Alfabeta

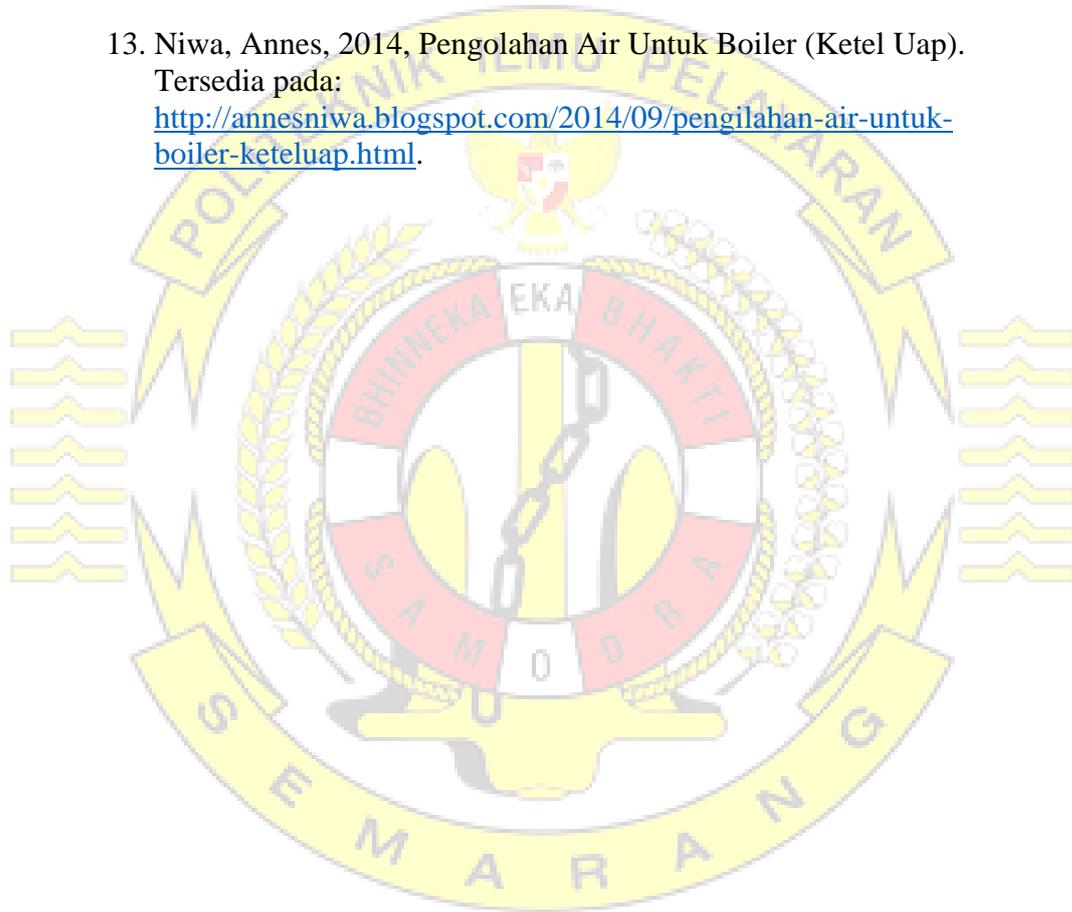
11. Sugiyono. (2018). Teknik Pengumpulan Data. Bandung: CV Alfabeta

12. Sugiyono. (2015). Sumber Data Penelitian. Bandung: CV Alfabeta

Tim Penyusun, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2018, Pedoman Penyusunan Skripsi Jenjang Pendidikan Diploma IV, Semarang.

13. Niwa, Annes, 2014, Pengolahan Air Untuk Boiler (Ketel Uap). Tersedia pada:

<http://annesniwa.blogspot.com/2014/09/pengolahan-air-untuk-boiler-ketel-uap.html>.



14. Wikipedia, Korosi. [internet]. [diakses 2019 Mar 12]; Tersedia pada: <https://id.wikipedia.org/wiki/Korosi>
15. Wita, 2016, Scaling Pada Boiler. [internet]. [diunduh 2019 Mar 12]; Tersedia pada: <http://www.hachindonesia.com/2016/02/01/scalling-pada-boiler>



## WAWANCARA 1

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara penulis dengan masinis 1 di MT.Gamkonora yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Penulis/Engine Cadet : Niyana Daneal Saputra

Masinis 1/First Engineer : Asman

Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 20 Desember 2019

Penulis : Selamat pagi bass (“bass” panggilan untuk masinis di kapal).

Masinis 1 : Iya, selamat pagi det.

Penulis : Mohon izin bertanya bass, kemarin waktu pengecekan air boiler bersama bass 3 itu saya menemukan kadar yang tidak sesuai dengan rekomendasi manual book apa itu salah satu faktor kebocoran *economizer*?

Masinis 1 : Bisa jadi itu det, memang gimana hasil pengukuran kamu?

Penulis : Iya bas, jadi hasil dari tes kemarin itu airnya kotor, kadar *chloride*-nya tinggi, sama pH-nya rendah tidak sesuai sama yang dianjurkan buku bass.

Masinis 1 : Pengalaman saya ya det, kalo kotor itu nanti jadi banyak endapannya di boiler beban *economizer* jadi tambah berat kalo endapannya numpuk. Kalo *chloride* itu kan bahaya memang det, kadarnya harus dibatasi, soalnya bisa bikin kerak atau yang kita sebut scale itu, nantinya bisa bikin overheat itu, kalo udah overheat terus menerus nanti yang kalah pipanya. PH juga, kalo terlalu rendah pipa *economizer* jadi rawan korosi juga. Hal hal kaya gitu kan emang harus dihindari biar ngga kejadian bocor kaya kemarin.

Penulis : Terus upayanya biar ngga kaya gitu gimana bass?

Masinis 1 : Ya, kalo saya juga pernah liat PMS ada itu jadwal kita ganti *cascade* filter biar ngga kotor air nya, harus rutin biar terjaga kebersihannya, kalo udah terlanjur ya harusnya di bottom blowdown, biar endapannya terbuang. Kalo *chloride* itu dikasih BWT (“BWT” *Boiler Water Treatment chemical*) juga bisa, sesuai dosis. Kalo yang pH itu ya kita *blowdown*, ganti air baru, sama tambah *chemical*, biar nambah basa.

Penulis : Oh jadi gitu ya bass, kalo airnya ngga sesuai sama rekomendasi.

Masinis 1 : Iya makannya air *boiler* itu vital, jangan sampe lupa dicek kalo kamu besok juga jadi masinis.

Penulis : Iya bass amin, makasih buat pengetahuannya bass.

Masinis 1 : Oke sama-sama det, jika kurang jelas bisa ditanyakan lagi.

Penulis : Cukup jelas bass, terimakasih.



## WAWANCARA 2

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara penulis dengan masinis 2 di MV. Pan MT.Gamkonora yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Penulis/Engine Cadet : Niyan Daneal Saputra

Masinis 3/Third Engineer : Ivang

Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 21 Desember 20219

Penulis : Selamat pagi bass (“bass” panggilan untuk masinis di kapal).

Masinis 2 : Iya, selamat pagi det.

Penulis : Mohon ijin bertanya bass apakah benar kalau lamanya usia pipa economizer itu juga bisa jadi penyebab kebocoran *economizer* ?

Masinis 2 : Ya tentu det, semakin lama usia permesinan pasti nanti akan melemah juga kondisinya.

Penulis : Oh gitu ya bass, kok bisa jadi dampaknya melemah gitu bass?

Masinis 2 : Iya namanya permesinan kan kalau dipake terus menerus nanti akan lelah juga kaya kamu kalo kerja terus kan lelah, sama halnya mesin, ada pengurangan kualitas, karena sering terkena panas, karbon, getaran getaran, lama kelamaan nanti akan mengalami kelelahan bahan, dan bisa jadi bocor.

Penulis : Bahaya juga bass, terus kalo penanggulangannya gimana bass sebagai masinis atau perwira yang bertanggung jawab?

Masinis 2 : Ya upaya yang dilakuin untuk mengurangi efek penuaan pipa tadi ya kita harus melakukan perawatan pada pipa *economizer* seperti pembersihan, penggantian gasket *man hole* dan *soot blow*.

Penulis : Oh iya bass, terimakasih bas atas jawabannya.

Masinis 2 : Sama sama det, kalau ada yang kurang paham ditanyakan saja.



### WAWANCARA 3

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara penulis dengan masinis 1 di

MT.Gamkonora yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Penulis/Engine Cadet : Niyan Daneal Saputra

Masinis 3/Third Engineer : Asman

Tempat, Tanggal : *Engine Control Room, 22 Desember 2029*

Penulis : Selamat pagi bass.

Masinis 1 : Iya, selamat siang det.

Penulis : Izin bass, izin bertanya.

Masinis 1 : Iya det, mau tanya apa?

Penulis : Izin bass, kenapa kita harus berulang kali adjust tekanan uap dengan *valve by pass* itu bass?

Masinis 1 : Oh itu det, jadi begini det, kalo tekanan uap servis itu harus selalu dipantau det, tekanannya tidak boleh melebihi tekanan kerja normalnya. Bisa jadi sangat berbahaya, karena uap tadi temperaturnya tinggi, dan dengan tekanan yang tinggi pula dapat membahayakan crew kapal kalo sampai bocor.

Penulis : Oh begitu bass, kalau dampak untuk economizer sendiri apabila terjadi tekanan berlebih apa bass?

Masinis 1 : Sebenarnya di *economizer boiler* sudah dilengkapi dengan alat *safetynya* det, tapi untuk menanggulangi kerusakan ke alat lain dan ke pipa *economizer* sendiri yang lain kita harus mencegah itu det.

Penulis : Oh begitu bass. Upaya untuk mencegahnya kita harus melakukan apa bass?

Masinis 1 : Ya sebagai masinis kita harus bisa mengoperasikan *economizer boiler* dengan benar, dan memahami langkah langkahnya, agar tekanan uap bisa diatur dengan baik sesuai dengan tekanan yang dibutuhkan diatas kapal.

Penulis : Oh baik kalau begitu bass, terimakasih atas jawabannya bass.

Masinis 1 : Oke sama-sama det, jika kurang jelas bisa ditanyakan lagi.

Penulis : Cukup jelas bass, terimakasih



LAMPIRAN GAMBAR



Gambar 1 : proses *plugging economizer tube*



Gambar 2 : *plug economizer*

No	Name	Rank	Nationality	Date of Birth	Paspor Number	Date Expired
1	Capt. Rudi Syafra	Master	Indonesia	25 Dec '80	F 295900	25 Nov '22
2	Karharyanto	Ch. Officer	Indonesia	03 Jul. '74	F 203687	22 Feb '24
3	Simon Nama	2 <sup>nd</sup> Officer	Indonesia	17 Jul. '62	E 081892	15 Oct. '22
4	Junahar	3 <sup>rd</sup> Officer	Indonesia	25 Oct. '58	AB 915774	17 May. '23
5	Adrianus Mandagi	Ch. Engineer	Indonesia	22 July '70	D 112783	23 Mar. '23
6	Asman	2 <sup>nd</sup> Engineer	Indonesia	27 Nov. '67	M 772610	02 Nov. '24
7	Husain Muhammad Irsyad	3 <sup>rd</sup> Engineer	Indonesia	15 July '65	H 687744	24 Aug '24
8	Ivang salemba	4 <sup>th</sup> Engineer	Indonesia	07 Mar. '69	M 068546	04 Feb. '23
9	Refly Steifenton. R	Electriciant	Indonesia	29 Sep. '74	H 327499	24 Jan. '23
10	Harianto	Boatswain	Indonesia	22 Sep. '79	AC 319031	10 Apr. '24
11	Mujiarto	AB	Indonesia	20 Feb. '53	K 353015	04 May '24
12	Imam Syafii	AB	Indonesia	17 Apr. '81	H 864319	25 Feb. '24
13	Deki Kurniawan	AB	Indonesia	01 Juni '75	AD 455343	21 Jan '24
14	Mohamad Anwar	Foreman/ E	Indonesia	02 May '82	AC 393465	17 Oct. '22
15	Usup Supratman	Oiler	Indonesia	23 Dec. '80	H 005435	27 Jun '22
16	Pipit Herana. S	Oiler	Indonesia	02 July '80	AD 744578	25 Oct. '24
17	Hotip	Oiler	Indonesia	31 Dec. '68	AD 367555	18 Nov '23

18	Rendy Prasetya. A	Cook	Indonesia	07 Oct. '80	AE 754988	03 Dec '23
19	Sulkifli	Steward	Indonesia	14 Feb. '83	AG 367857	02 Jun. '23
20	La Delvi	O/S	Indonesia	02 Mar. 81	AE 754863	05 Jan. '25
21	Kevin Permana Immanuel. S	D. Cadet 1	Indonesia	10 Juni '73	H 094872	11 Jan. '24
22	Sugiatiningsih	D. Cadet 2	Indonesia	13 July '76	K 591123	29 Nov. '23
23	Niyan daneal saputra	E. Cadet	Indonesia	29 July.'00	E 1345527	21 NOV. '24

Gambar 3 : *Crew list* MT.Gamkonora



## SHIP'S PARTICULARS

NAME OF VESSEL	: GAMKONORA	CARGO OIL TANK	: 123.316,10	CU.M ( 100 % )
TYPE OF VESSEL	: OIL TANKER		: 120.849,70	CU.M ( 98 % )
CALL SIGN	: P O Y T	SLOP TANK	: 4.774,00	CU.M ( 100 % )
IMO NO.	: 9641091		: 4.678,60	CU.M ( 98 % )
INMARSAT NO.	: 452502563	WATER BALLAST TANK	: 41.713,90	CU.M ( 100 % )
MMSI NO.	: 525008080	HEAVY FUEL OIL TANK	: 3.426,50	CU.M ( 100 % )
REGISTER NO.	: 2013 Pst. No. 7697 / L	DIESEL OIL TANK	: 225,00	CU.M ( 100 % )
PHONE NUMBER	: +870773238257	FRESH WATER TANK	: 903,60	CU.M ( 100 % )
EMAIL	: <a href="mailto:poyt@amosconnect.com">poyt@amosconnect.com</a>	LUBE OIL TANK	: 201,70	CU.M ( 100 % )
CLASSIFICATION SOCIETY	: ABS & BKI	ANCHOR EQUIPMENT	:	
CLASS NOTATION ABS	: *A1, OIL TANKER, ESP, E, *AMS	- NO. / WEIGHT	: 2 / @ 10.245,00 TONNES	
	*ACCU, CPS, CSR AB-CM	- DIAMETER	: 90,00	MM
CLASS NOTATION BKI	: *A1000, OIL TANKER, ESP, CSR	- TYPE OF CHAIN	: STUD LINK	
	SPM, CPS, IW, LA	- TTL LENGTH OF CHAIN	: 605,00	METERS
FLAG (NATIONALITY)	: INDONESIA		@ 11 SHACKLES EACH SIDE	
PORT OF REGISTRY	: JAKARTA	MAIN ENGINE 1 ( ONE ) UNIT :		
OWNER NAME	: PT. PERTAMINA (PERSERO)	- MERK	: HYUNDAI - WARTSILA	
G.R.T	: 63.005,00	- MANUFACTURE	: HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES	
	TONNES		ELECTRIC CO.,LTD. CHINA	
N.R.T	: 24.134,00	- MODEL	: 7RT-FLEXS8T-D ( 7 CYLINDERS )	
	TONNES	- BHP / RPM / KW	: 21.509 / 105 / 15.820	
D.W.T	: 88.258,00	AUXILIARY ENGINE 3 ( THREE ) UNITS :		
	TONNES	- MERK	: YANMAR	
L.O.A	: 244,50	- MANUFACTURE	: YANMAR CO.,LTD. JAPAN	
	METERS	- MODEL	: 6EY22ALW	
L.B.P	: 236,13	- BHP / RATED POWER	: 2.287 / 960 KW	
	METERS	- REVOLUTION	: 900 MIN <sup>-1</sup>	
BREADTH MOULDED	: 44,00	CARGO OIL PUMP 3 ( THREE ) UNITS :		
	METERS	- MAKER	: SHINKO IND.,LTD JAPAN	
DEPTH MOULDED	: 21,50	- MODEL	: KV450-3	
	METERS	- CAPACITY	: 3.000 M <sup>3</sup> /HR x 150 M HEAD	
HEIGHT FROM KEEL	: 50,00	- REVOLUTION	: 900 MIN <sup>-1</sup>	
	METERS	STRIPPING PUMP 1 ( ONE ) UNIT :		
SUMMER / TROPICAL	:	- MAKER	: SHINKO IND.,LTD JAPAN M	
- DRAFT	: 12,70 / 12,965	- CAPACITY	: 250 M <sup>3</sup> /HR x 130 M	
	METERS	BALLAST PUMP 2 ( TWO ) UNITS		
- DISPLACEMENT	: 109.431 / 111.977	- MAKER	: SHINKO IND.,LTD JAPAN	
	TONNES	- CAPACITY	: 1.500 M <sup>3</sup> /HR x 35 M	
- DEAD WEIGHT	: 88.258 / 90.804	- REVOLUTION	: 1180 MIN <sup>-1</sup>	
	TONNES			
- FREEBOARD	: 8,617 / 8,352			
	METERS			
MANIFOLDS	:			
- DIMENSION	: ND 530			
	MM			
- TO BOW	: 123,77			
	METERS			
DISTANCE FROM BRIDGE	:			
- TO FORWARD	: 202,60			
	METERS			
- TO AFTWARD	: 41,90			
	METERS			
BUILDER NAME	: NEW TIMES SHIPBUILDING			
	CO.,LTD. CHINA			
HULL NO.	: 0310501			
DATE OF	:			
- CONTRACT	: 01 APRIL 2011			
- STEEL CUTTING	: 02 NOVEMBER 2011			
- KEEL LAYING	: 21 DECEMBER 2011			
- LAUNCHING	: 18 SEPTEMBER 2012			
- DELIVERY	: 05 DECEMBER 2012			
SERVICE SPEED	: 12			
	KNOTS			
COMPLEMENTS	: 15 (OFFICERS); 17 (SUBORDINATE);			
	6 (SUEZ CREW)			

**MASTER**



Gambar 4 : Ship Particulars MV. Pan Begonia

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Niyaneal S
2. TTL : Cilacap,  
29 Juli 2000
4. Agama : Islam
5. Jenis Kelamin : Laki-laki
6. Golongan Darah : O
7. Alamat : Plamongan Indah  
Blok E3/NO.4  
RT 03 RW 029  
Kabupaten DEMAK
8. Nama Orang tua
  - 8.1. Ayah : Biyanto
  - 8.2. Ibu : Sri Ningsih
9. Alamat : Pelamongan Indah  
Blok E3/NO.4  
RT 03 RW 029  
Kabupaten DEMAK



### 10. Riwayat Pendidikan

- 10.1. SD : SD N 01 Pedasong, 2005 - 2011
- 10.2. SMP : SMP N 3 Kroya, 2011 - 2014
- 10.3. SMA : SMK N 10 CILACAP, 2014-2017

10.4. Perguruan Tinggi : PIP Semarang, Tahun 2018 - 2020

11. Praktek Laut :

11.1. Perusahaan Pelayaran : PT. PERTAMINA

11.2. Nama Kapal : MT.Gamkonora

11.3. Masa Layar : 10 April 2019 – 05 jun 2020



