

HALAMAN JUDUL



IDENTIFIKASI KEBOCORAN *ECONOMIZER SIDE* PADA *COMPOSITE BOILER* DI MV. PAN BEGONIA

SKRIPSI

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

Oleh

IVAN YOHANES
NIT. 551811226687 T

PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

IDENTIFIKASI KEBOCORAN *ECONOMIZER SIDE* PADA *COMPOSITE*
BOILER DI MV. PAN BEGONIA

Disusun Oleh:

IVAN YOHANES

551811226687 T

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

Dosen Pembimbing I

Materi

Dosen Pembimbing II

Metodologi dan Penulisan

Dr. F. PAMBUDI WIDATMAKA, S.T., M.T.

Pembina (IV/a)

NIP. 19641126 199903 1 002

Capt. KAROLUS GELEUK SENGADJI, M.M

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19591016 199503 1 001

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknika

AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E

Pembina (IV/a)

NIP. 19641212 199808 1 001

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi dengan judul "Identifikasi kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia" karya,

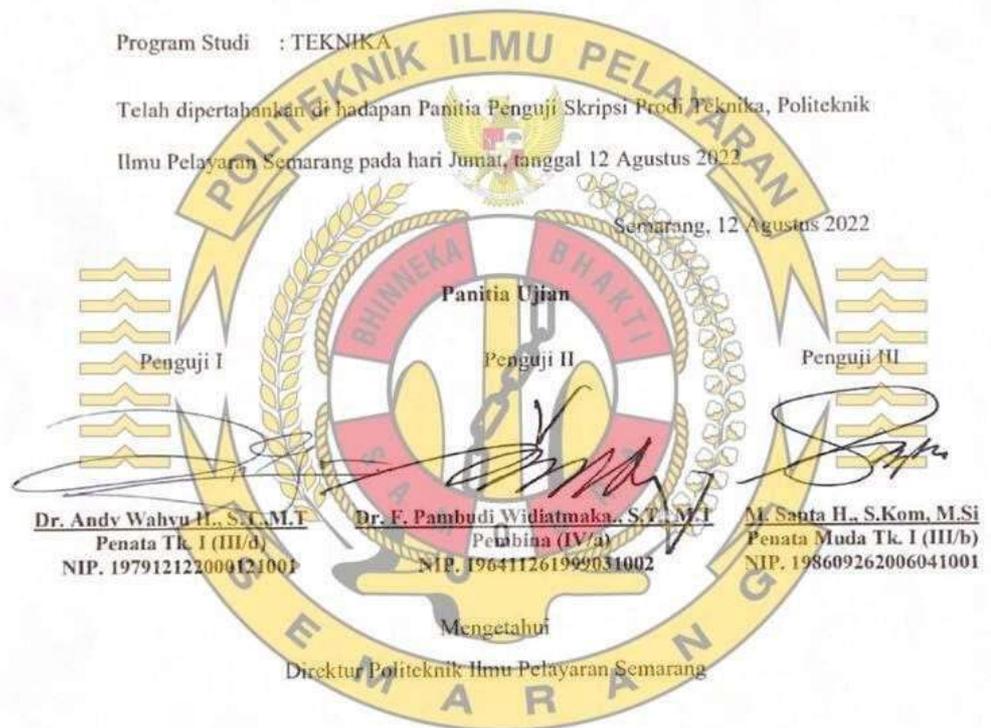
Nama : IVAN YOHANES

NIT : 551811226687

Program Studi : TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari Jumat, tanggal 12 Agustus 2022

Semarang, 12 Agustus 2022



Capt. Dian Wahdiana, MM
Pembina Tingkat I (IV/b)
NIP. 19700711 199803 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : IVAN YOHANES

NIT 551811226687

Program Studi : TEKNIKA

Skripsi dengan judul "IDENTIFIKASI KEBOCORAN *ECONOMIZER SIDE*
PADA *COMPOSITE BOILER* DI MV. PAN BEGONIA"

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, 12 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,




IVAN YOHANES

551811226687 T

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

1. 1 Korintus 10:13
“Pencobaan-pencobaan yang kamu alami ialah pencobaan-pencobaan biasa, yang tidak melebihi kekuatan manusia. Sebab Allah setia dan karena itu Ia tidak akan membiarkan kamu dicobai melampaui kekuatanmu. Pada waktu kamu dicobai Ia akan memberikan kepadamu jalan ke luar, sehingga kamu dapat menanggungnya.”
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, Jhonny Ryandana dan Suyati Hanna 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.
3. Seluruh awak kapal MV. Pan Begonia tahun 2020-2021 yang telah berbagi ilmu, pengalaman, dan canda tawa

PRAKATA

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Identifikasi Kebocoran *Economizer Side* pada *Composite Boiler* di MV. Pan Begonia”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan program 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:

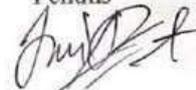
1. Yth. Bapak Capt. Dian Wahdiana, M.M. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Yth. Bapak H. Amad Narto, M.Mar.E, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknika.
3. Yth. Bapak Dr. F. Pambudi Widiatmaka, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing materi skripsi.
4. Yth. Capt. Karolus Geleuk Sengadji, M.M. 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 MV. Pan Begonia 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. Saudara kandung saya yang selalu memberikan motivasi dan semangat kepada saya.
9. Semua pihak yang tidak peneliti sebutkan satu per satu 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, 12 Agustus 2022

Penulis



IVAN YOHANES
NIT. 551811226687

ABSTRAKSI

IVAN YOHANES, 2022, 551811226687 T, “*Identifikasi Kebocoran Economizer Side Pada Composite Boiler Di MV. Pan Begonia*”, Skripsi Program Studi Teknika, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. F. Pambudi Widiatmaka, S.T., M.T dan Pembimbing II: Capt. Karolus Geleuk Sengadji, M.M

Economizer di *composite boiler* adalah suatu pesawat bantu diatas kapal yang berfungsi untuk memproduksi uap panas dengan tekanan lebih dari 1 bar atau 1 atmosfer 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 type*, 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* MV. Pan Begonia.

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 MV. Pan Begonia adalah keadaan air yang keruh/kotor, tingginya kandungan *chloride*/klorida, rendahnya nilai pH dalam kandungan 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 faktor penyebab 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 : Identifikasi, Kebocoran, *Economizer Side*, *Composite Boiler*, MV. Pan Begonia

ABSTRACT

IVAN YOHANES, 2022, 551811226687 T, “*Identification Leaks of Economizer Side in Composite Boilers in MV. Pan Begonia*”, Thesis of the Engineering Study Program, Diploma IV Program, Semarang Shipping Science Polytechnic, Advisor I: Dr. F. Pambudi Widiatmaka, S.T., M.T and Advisor II: Capt. Karolus Geleuk Sengadji, M.M

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 MV economizer side of the composite boiler. Pan Begonia.

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.

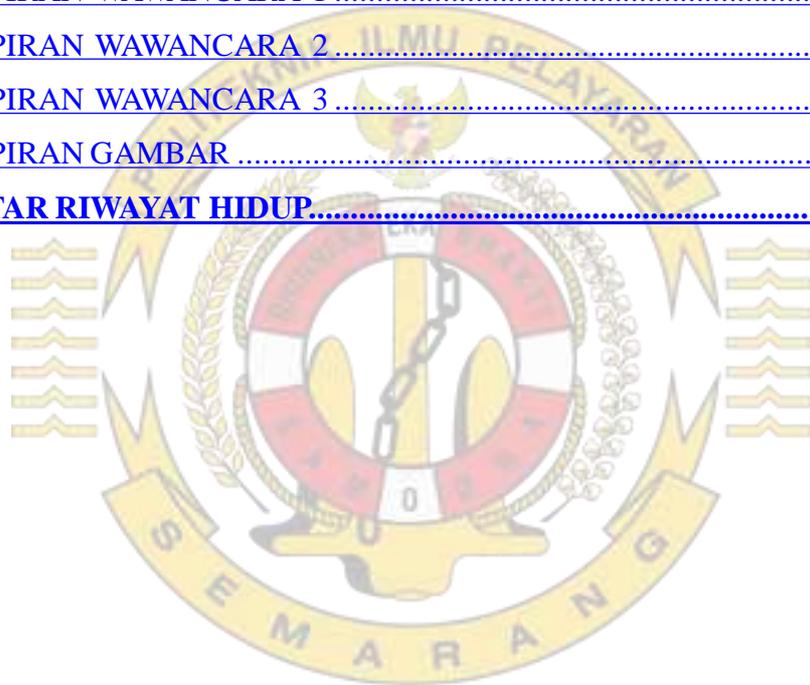
Results Based on the author's research, the main factors causing leakage of the economizer side on the composite boiler in MV. Pan Begonia is a condition of cloudy/dirty air, high chloride/chloride content, low pH value in the economizer boiler, air content resulting in scale/scale that accumulates in 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: Identification, Leakage, Economizer Side, Composite Boiler, MV. Pan Begonia

DAFTAR ISI

<u>HALAMAN JUDUL</u>	<u>i</u>
HALAMAN PERSETUJUAN	<u>ii</u>
PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	<u>iii</u>
PERNYATAAN KEASLIAN	<u>iv</u>
<u>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</u>	<u>v</u>
<u>PRAKATA</u>	<u>vi</u>
<u>ABSTRAKSI</u>	<u>viii</u>
<u>ABSTRACT</u>	<u>ix</u>
<u>DAFTAR ISI</u>	<u>x</u>
<u>DAFTAR TABEL</u>	<u>xii</u>
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	<u>xiii</u>
<u>DAFTAR LAMPIRAN</u>	<u>xiv</u>
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	<u>1</u>
A. <u>Latar Belakang Masalah</u>	<u>1</u>
B. <u>Fokus Penelitian</u>	<u>4</u>
C. <u>Rumusan Masalah</u>	<u>5</u>
D. <u>Tujuan Penelitian</u>	<u>6</u>
E. <u>Manfaat Hasil Penelitian</u>	<u>6</u>
<u>BAB II KAJIAN TEORI</u>	<u>8</u>
1. <u>Tinjauan Pustaka</u>	<u>8</u>
2. <u>Kerangka Pikir Penelitian</u>	<u>32</u>
<u>BAB III METODE PENELITIAN</u>	<u>35</u>
A. <u>Metode Penelitian</u>	<u>35</u>
B. <u>Waktu dan Tempat Penelitian</u>	<u>37</u>
C. <u>Sampel Sumber Data Penelitian</u>	<u>37</u>
D. <u>Teknik Pengumpulan Data</u>	<u>39</u>
E. <u>Instrument Penelitian</u>	<u>41</u>
F. <u>Teknik Analisis Data Kualitatif</u>	<u>42</u>
G. <u>Pengujian Keabsahan Data</u>	<u>47</u>

BAB IV HASIL PENELITIAN.....	50
A. <u>Gambaran Konteks Penelitian.....</u>	<u>50</u>
B. <u>Deskripsi Data</u>	<u>52</u>
C. <u>Temuan</u>	<u>60</u>
D. <u>Pembahasan Masalah.....</u>	<u>74</u>
BAB V PENUTUP.....	87
A. <u>Kesimpulan.....</u>	<u>87</u>
B. <u>Keterbatasan Penelitan</u>	<u>88</u>
C. <u>Saran.....</u>	<u>88</u>
DAFTAR PUSTAKA.....	90
LAMPIRAN WAWANCARA 1	92
LAMPIRAN WAWANCARA 2	94
LAMPIRAN WAWANCARA 3.....	96
LAMPIRAN GAMBAR	98
<u>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</u>	<u>101</u>



DAFTAR TABEL

<u>Tabel 2.1 Kandungan normal <i>air boiler</i>.....</u>	<u>18</u>
<u>Tabel 4.1 Penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini</u>	<u>50</u>
<u>Tabel 4.2 Referensi gas buang</u>	<u>56</u>
<u>Tabel 4.3 Program Pengecekan dan Perawatan</u>	<u>59</u>
<u>Tabel 4.4 <i>Boiler Water Test</i> Periode (November 2020).....</u>	<u>62</u>
<u>Tabel 4.5 Perawatan dan perbaikan <i>economizer</i>.....</u>	<u>66</u>
<u>Tabel 4.6 Tekanan uap berlebih pada <i>economizer boiler</i>.....</u>	<u>67</u>
<u>Tabel 4.7 Penanganan Air Kotor.....</u>	<u>72</u>



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Sistem pengisian <i>air boiler</i>	9
Gambar 2 <i>Exhaust gas economizer</i> serta <i>composite boiler</i>	22
Gambar 3 Kerangka Berpikir	34
Gambar 4 Diagram Hubungan Metode SHEL	45
Gambar 5 Gelas Duga Tangki <i>Cascade</i>.....	63
Gambar 6 Pengukuran pH (kertas lakmus)	64
Gambar 7 Kondisi pipa <i>economizer</i>.....	66
Gambar 8 Tekanan uap servis	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 proses <i>plugging economizer tube</i>	98
Lampiran 2 <i>plug economizer</i>	98
Lampiran 3 Crew list MV. Pan Begonia	99
Lampiran 4 Ship Particulars MV. Pan Begonia	100



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Faktanya, banyak faktor eksternal yang dapat mempengaruhi pengoperasian kapal sehari-hari. Udara yang lembab, faktor bawah air, dan angin laut yang kencang merupakan faktor yang tidak dapat dikendalikan, personel terkait perlu lebih memperhatikan 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. Perkembangan industri perkapalan, jumlah kapal besar, sedang dan kecil di negara-negara lain selalu meningkat, tetapi beberapa kapal tidak memiliki manajemen perawatan, dan peralatannya sudah tua tetapi tidak diganti tepat

waktu, yang dapat dengan mudah menyebabkan kecelakaan pelayaran. Ruang mesin kapal adalah susunan mesin dan sistem yang kompleks, yang digunakan dalam melakukan berbagai operasi di atas kapal. Salah satu mesin penting tersebut, yang telah membantu kapal sejak awal pengiriman, adalah boiler laut. Permesinan bantu kapal diproduksi dengan mengingat lingkungan yang ketat mereka akan dipasang dan dioperasikan bersama dengan menjaga kelangsungan operasi untuk menyediakan satu daya tanpa gangguan ke berbagai sistem kapal. Kinerja sistem permesinan dalam kemampuan terbaiknya adalah mengetahui prosedur operasi yang benar untuk hal yang sama dan mengembalikan mesin ke operasi dengan mengikuti urutan yang benar dan prosedur pemecahan masalah jika dihentikan karena keadaan yang tidak dapat dihindari, *engineer* kapal yang bertanggung jawab harus membiasakan dirinya sendiri dengan manual pengoperasian mesin bantu, parameter operasi yang benar dan pemeliharaan terencana yang terjadwal.

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

Pada tanggal 18 Desember 2020, Penulis mengalami kejadian tidak biasa terkait dengan *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia.

Saat itu kapal sedang berlayar dari Tianjin (China) ke Sihanoukville (Kamboja) kemudian terjadilah *low water level alarm* pada tangga kaskade secara terus menerus/*continue*. Kru mesin mengecek dan mendiskusikan bukti di lokasi, kru mesin kapal menemukan kebocoran pada *economizer* yang menyebabkan hasil uap terbang 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 Filipina pada pukul 12:00 siang 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 Sihanoukville (Kamboja). Kejadian tidak normal pada *economizer side* di *composite boiler* ini mengharuskan 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

Setibanya di Sihanoukville (Kamboja), 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*; hal ini dilakukan untuk mencegah air masuk ke sistem

turbocharger mesin induk yang dapat merusakkan *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. Dengan demikian, ketersediaan sistem diharapkan dapat lebih maksimal. Tergantung pada jenis mesin atau peralatan, PMS dapat dimodifikasi untuk memenuhi persyaratan perawatan kapal. Alat pendukung teknologi yang baru dikembangkan dapat diintegrasikan ke dalam PMS jika memungkinkan.

Berdasarkan adanya perbedaan antara teori dan masalah yang terjadi serta dampak-dampak yang ditimbulkan maka Penulis tertarik untuk melaksanakan penelitian dengan judul. **“Identifikasi Kebocoran *Economizer Side* pada *Composite Boiler* di MV. PAN BEGONIA”**.

B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian adalah memutuskan untuk fokus pada tujuan atau topik pembahasan penelitian yang dilakukan. Pada penelitian ini, penulis memfokuskan pembahasan terhadap identifikasi kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia. Prosedur fokus penelitian

dilakukan untuk memudahkan untuk pencarian informasi permasalahan berupa solusi suatu masalah yang terdapat dalam penelitian ini.

Dalam konteks penelitian yang akan dikaji, fokus utama dari penelitian ini adalah perawatan dan perbaikan yang dilakukan pada *composite boiler* beserta pencegahan dan penanganan jika terjadi kebocoran *economizer side* pada *composite boiler*.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas, pengalaman Penulis saat praktek di laut dan beberapa kejadian yang pernah Penulis alami di atas kapal MV. Pan Begonia maka Penulis merumuskan masalah dalam penelitian ini mengenai kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia untuk mempermudah dan memperlancar penyusunan skripsi ini. Rumusan masalah tersebut adalah:

1. Faktor apa yang menyebabkan kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia?
2. Dampak apa yang terjadi akibat kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia?
3. Upaya apa yang dilakukan jika terjadi kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia?

D. Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia.
2. Untuk mengetahui dampak yang terjadi akibat kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia.
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan agar kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia tidak terjadi kembali.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai Penulis dalam penelitian ini antara lain:

1. Manfaat secara teoritis
 - a. Sebagai masukan/bahan yang memiliki manfaat dalam pengembangan ilmu khususnya dalam hal perawatan dan perbaikan pada *economizer side* pada *composite boiler* di atas kapal.
 - b. Meningkatkan pengetahuan permesinan tentang macam penyebab kerusakan dan upaya perawatan *economizer side* pada *composite boiler* agar tidak terjadi kebocoran di atas kapal.

2. Manfaat secara praktis

a. Bagi lembaga pendidikan

Penelitian ini dapat meningkatkan perbendaharaan perpustakaan Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang dalam bidang teknik, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan ilmu dan mutu pendidikan bagi seluruh pembaca dalam menghadapi permasalahan yang ditimbulkan khususnya pada *composite boiler*.

b. Bagi perusahaan pelayaran

Penelitian ini dapat menambah referensi yang dapat meningkatkan kinerja perusahaan dalam membantu menyelesaikan masalah khususnya dalam hal menyelesaikan masalah mengenai kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di atas kapal.

c. Bagi pembaca

Penelitian ini menambah wawasan ilmu pengetahuan dalam hal memahami dan mengerti tentang perawatan dan perbaikan *economizer side* pada *composite boiler* sehingga memudahkan pembaca dalam melakukan pengoperasian agar kinerja lebih optimal.

BAB II

KAJIAN TEORI

1. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini, berdasarkan sistem penelitian, penulis akan menjelaskan tentang landasan teori terkait dengan judul “Identifikasi Kebocoran *Economizer Side* pada *Composite Boiler* di MV. Pan Begonia”. Teori tersebut meliputi teori dasar ketel uap/*boiler*, uap, dan *economizer*.

1. Ketel uap/*boiler*

a. Pengertian ketel uap/*boiler*

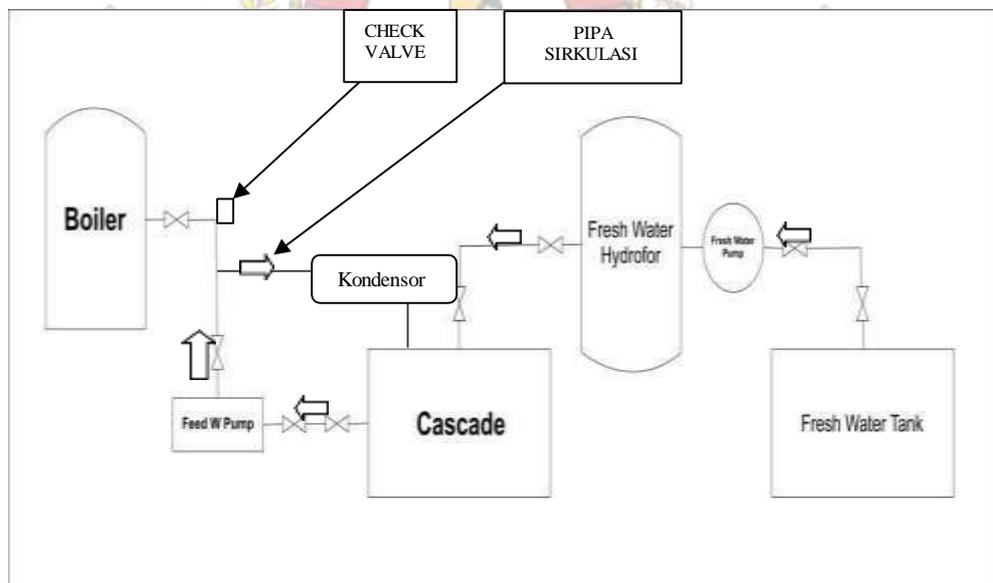
Menurut Pratiko (2008:1) *boiler* adalah suatu wadah tertutup yang berfungsi untuk mengubah bentuk air menjadi uap. *Boiler* adalah mesin penukar panas yang harus memenuhi syarat utama. *Boiler* harus dapat mensuplai sebanyak mungkin uap pada tekanan dan temperatur tertentu dan mengkonsumsi bahan bakar sesedikit mungkin.

Boiler memiliki beberapa sistem utama antara lain sistem pengisian air tawar dan sistem *steam*/uap sebagai pemanas lainnya. Sistem pengisian air tawar memainkan peran yang sangat 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* dengan media pemanas sisa hasil gas buang mesin induk dan akan menghasilkan uap yang bertekanan. Uap yang dihasilkan

bertekanan 1 atmosfer atau lebih ini berfungsi sebagai pemanas air dan bahan bakar. Setelah uap digunakan untuk pemanasan, uap masuk ke kondensor, dimana kondensor mendinginkan uap yang dihasilkan oleh *boiler* dengan memanfaatkan air laut yang ada di dalam kondensor untuk dirubah menjadi air, air tawar tersebut dimasukan kedalam *cascade tank* dan di suplai kembali ke dalam *drum boiler*.

b. Sistem pengisian air *boiler*

Dikutip dari Annes Niwa (2014:11). Sistem pengisian air tawar pada *boiler* secara otomatis beroperasi menyuplai air untuk *boiler* sesuai dengan kebutuhan *steam*.



Gambar 1 Sistem pengisian *air boiler*

Pengertian dari beberapa bagian dari gambar *sket* di atas yang berhubungan dengan sistem pengisian air tawar pada *boiler*.

- 1) *Fresh water tank* adalah sebuah tangki kanan dan kiri yang berada pada belakang kapal untuk penyimpanan air tawar yang di suplai dari darat untuk persediaan air di atas kapal.
- 2) *Fresh water pump* adalah alat yang di gunakan memindahkan suatu fluida/cairan dari *fresh water tank* menuju permesinan yang membutuhkan contohnya *low and high temperature cooler* dan akomodasi yang membutuhkan contohnya air kamar mandi, toilet, dapur dengan cara menghisap dan menaikkan tekanan fluida/cairan tersebut.
- 3) *Fresh water hydrophore* adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan cairan/fluida dengan menaikkan tekanan dengan cara menambahkan udara pada *hydrophore tank* sehingga air menjadi bertekanan tinggi.
- 4) *Cascade tank* adalah untuk menampung air tawar pengisian *boiler* ketika air pada *boiler* berkurang maka air di dalam *cascade* di transfer ke *drum boiler*.
- 5) *Feed water pump* adalah suatu pompa yang digunakan untuk memindahkan cairan/fluida dari *cascade* menuju *drum boiler*.
- 6) *Boiler* adalah bejana yang merubah air menjadi uap dengan cara memanaskan air di dalam bejana dengan membakar bahan bakar.

c. Perawatan ketel/*boiler*

1) Pengolahan air

Terkadang boiler tambahan dianggap sebagai "ketel", dan tidak ada pengolahan air korektif untuk pencegahan kerak atau blowdown untuk pengeluaran lumpur yang dianggap perlu. Ini tentu saja merupakan kekeliruan, dan penerapan prosedur pengolahan air umpan / boiler akan membuahkan hasil dalam jangka panjang.

2) Perawatan untuk boiler tekanan rendah

Pengolahan air umpan dan boiler yang sesuai untuk boiler bertekanan rendah kecil (6-30 bar) dapat disediakan oleh apa yang disebut produk perawatan kimia gabungan (multi). Ini memerlukan satu produk yang ditambahkan ke air ketel yang, mengendapkan kesadahan, menyediakan air dengan alkalinitas yang diperlukan, dan mengais oksigen terlarut.

Menurut Denies Styawan (2006:31) untuk mempertahankan umpan dan air ketel dalam tingkat kualitas yang diinginkan, pengujian berikut dapat dilakukan setiap hari.

a) Uji alkalinitas Fenolftalein (P) (100-300 ppm CaCo_3):

Tingkat dosis produk perlakuan gabungan didasarkan pada nilai alkalinitas P.

- b) Uji nilai klorida (maks 200 ppm): Ini adalah titik acuan untuk mengontrol laju blowdown, dan indikasi kontaminasi air laut.
- c) Uji pH air boiler: Batas yang direkomendasikan adalah 9,5 hingga 11 untuk mencegah serangan korosi.
- d) Uji pH kondensat: Batas yang disarankan adalah 8,3 hingga 9,0 untuk mengontrol korosi setelah boiler.

Tergantung pada hasil analisis air, sejumlah produk pengolahan dipasok ke boiler melalui potfeeder, pompa proporsional, atau langsung ke hotwell. Nilai klorida akan menentukan laju dan jumlah blowdown yang diperlukan untuk membawa air boiler dalam tingkat yang direkomendasikan.

3) Perawatan untuk Boiler Tekanan Menengah & Tinggi.

Menurut Denies Styawan (2006:32) Penggunaan produk perawatan kimia gabungan untuk boiler ini tidak memadai, karena tekanan dan suhu yang lebih tinggi meningkatkan kecenderungan kerak dan korosi, sehingga perlu adanya kemungkinan untuk mengubah kondisi kimia dan parameter pengujian secara individual. Program pengobatan yang terkoordinasi termasuk dosis dan pemantauan bahan kimia fungsi tunggal sangat penting. Pengujian umpan dan air boiler dilakukan lebih sering dengan boiler ini. Biasanya, ini

dilakukan dua hingga empat kali sehari untuk menjaga tingkat kualitas air yang dibutuhkan. Juga tingkat pengujian telah meningkat seperti yang dapat dilihat pada contoh di bawah ini.

- a) Uji alkalinitas Phenolphthalein (P) (100-130 ppm CaCo₃): Kontrol alkalinitas.
- b) Uji alkalinitas total (M) (di bawah 2 x alkalinitas P): Kontrol alkalinitas.
- c) Uji fosfat (20–40 ppm PO₄): mengendapkan kekerasan.
- d) Uji hidrazin (0,03-0,15 ppm N₂H₄): Kontrol oksigen.
- e) Uji klorida (<30 ppm): Mengontrol laju blowdown.
- f) Uji pH air boiler (9,5-11): Pengendalian korosi.
- g) Uji pH kondensat (8,3-9): Kontrol korosi.

Tergantung pada hasil pengujian, bahan kimia yang berbeda ditambahkan ke umpan dan air boiler.

Konsentrasi padat dalam air boiler juga dapat ditentukan oleh pengukur konduktivitas, yang menampilkan pembacaan visual kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar konsentrasi padatan, semakin tinggi pembacaannya. Setelah nilai ambang batas tercapai atau terlampaui (<2000 mikro Ω , 300 μ S/cm) boiler harus ditiup ke bawah untuk mengurangi kandungan padat hingga dalam batas yang dapat diterima.

Hasil pengujian, dosis kimia yang diberikan, jumlah air make up, dan laju blow down biasanya dicatat dalam log pengolahan air umpan / boiler. Sebagian besar pemasok utama (Nalco, Drew Asland, Unitor) bahan kimia perawatan menyediakan layanan tambahan untuk meninjau catatan perawatan ini dan kembali dengan komentar dan saran.

4) Pembersihan Ketel

a) Pembersihan Sisi Air Awal

Pembersihan awal boiler baru untuk servis, atau peralatan lama setelah perubahan besar atau perbaikan memerlukan pendidihan unit dengan larutan kaustik, untuk menghilangkan gemuk dan endapan lain, yang mungkin ada di bagian pembangkit uap. Selama mendidih unit dipecat pada tingkat rendah untuk mempertahankan 50% dari tekanan operasi normal. Periode pendidihan biasanya dari 12 hingga 36 jam, di mana boiler ditiup turun secara berkala melalui semua sambungan tiup. Jika perlu, pendidihan dapat dilengkapi dengan pembersihan asam yang dihambat untuk menghilangkan kerak gilingan.

Setelah mendidih, adalah praktik umum untuk mengalirkan ketel, dan sesegera mungkin mulai menyiram ketel dengan air segar yang panas. Setelah

operasi ini boiler didinginkan dan diperiksa secara menyeluruh. Jika hasilnya memuaskan boiler dinyalakan, jika tidak proses pembersihan diulangi.

b) Ketel dalam Operasi

Untuk operasi yang memuaskan dan efisien, ketel harus dijaga kebersihannya baik di sisi air maupun di sisi perapian. Dengan perhatian yang memadai pada sistem umpan pra boiler dan dengan mempertahankan kimia air boiler dalam batas yang ditentukan, pembersihan tepi air seharusnya tidak terlalu banyak. Perapian, di sisi lain, membutuhkan perhatian setiap hari jika suhu uap dan efisiensi boiler ingin dipertahankan pada nilai optimalnya. tingkat ke titik di mana kerak atau lumpur yang dipanggang ditemukan selama inspeksi tepi sungai, analisis kimia dari endapan akan menunjukkan metode pembersihan yang paling sesuai untuk menghilangkannya.

Tabung dapat dibersihkan dengan melewati sikat yang digerakkan oleh turbin udara dan pemotong timbangan melalui setiap tabung, dan pembilasan dengan selang air bertekanan tinggi. Kerak dapat dihilangkan dari permukaan internal dengan palu

chipping pneumatik, sikat kawat mekanis, dan dicuci dengan selang air bertekanan tinggi.

Mungkin perlu untuk menurunkan skala boiler dengan pembersihan asam jika akses untuk pembersihan mekanis terbatas, atau unit sangat terkontaminasi. Perusahaan khusus harus dikonsultasikan untuk menyelesaikan proses ini, yang memerlukan penggunaan asam dan bahan pembilas penetral. Kekuatan asam, penetralisir, dan suhu penggunaannya sangat penting jika proses pembersihan harus dijaga dalam batas aman. Kekuatan asam yang berlebihan atau sisa asam yang tidak dinetralkan setelah dibersihkan akan menyerang logam, mungkin sampai pada titik di mana bagian-bagiannya perlu diperbarui.

Operasi pembersihan asam biasanya memakan waktu 8 hingga 36 jam, dan diakhiri dengan inspeksi menyeluruh di tepi sungai.

c) Pembersihan Sisi Api

Soot blower digunakan untuk membersihkan sisi api boiler, dan udara atau uap digunakan sebagai media blowing. Tergantung pada jenis boiler dan bahan bakar yang dibakar, boiler setidaknya jelaga ditiup setiap 24 jam, tetapi biasanya setiap 4 atau 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

Adapun untuk memenuhi kebutuhan air *boiler* yang aman demi pengoperasian dan mencegah percepatan kerusakan pada ketel ada beberapa syarat air *boiler* yang dibutuhkan.

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

- 1) Tidak diperbolehkan menyebabkan endapan yang melekat dan keras.
- 2) Jenis garam yang masih ikut harus dijaga pada kadar yang rendah.
- 3) Tidak diperbolehkan terdapat gas atau senyawa yang menyebabkan korosi/karat.
- 4) Nilai pH dari air tidak boleh pada tingkat yang agresif 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	< 0,2 ° dH	-
3	Kandungan <i>chloride Cl</i> ÷	Max. 100 PPM	Max. 300 PPM
4	Alkanity P	-	100 - 150
5	pH pada 25°C	7 – 9	10.5 – 11.0
6	Kelebihan <i>Hydrazine</i>	-	0,2 – 0,5 PPM
7	Kelebihan <i>Phospate</i>	-	20 – 40 PPM
8	Spesifik graviti pada 20°C	-	Max. 0.5 °
9	Kandungan O ₂	0	Max. 0.005 ml/l

Sumber: *Instruction Manual Book MV. Pan Begonia* (2002)

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

- 1) Melakukan penggantian air (*blow down*), bila kadar air sudah melebihi standar kualitas air yang ditentukan.
- 2) Melakukan pengetesan air *boiler* secara rutin sekali dalam seminggu.

- 3) Melakukan pemberian *chemical* pada *cascade tank* sesuai hasil pengetesan yang keluar, hal ini dilakukan agar air *boiler* mencapai standar yang ditentukan.
- 4) 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.

2. 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 diperlukan untuk melakukan proses pendidihan. Energi panas berasal dari sumber panas seperti permukaan bahan bakar (padat, cairan, gas), tenaga listrik dan gas panas sebagai sisa proses kimia.

Dikutip dari Jusak (2015:147) menngemukakan bahwa uap yang dihasilkan oleh ketel uap dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis tergantung pada kebutuhan untuk mengoperasikan ketel uap, yaitu:

- a) Uap basah (uap yang mengandung butiran air)

Uap basah adalah uap yang masih mengandung 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 (12-16 kg/cm²) bertemperatur (160 - 200°C) dan masih mengandung air. Uap ini tidak layak digunakan untuk pengoperasian turbin uap penggerak utama kapal. Uap ini pada umumnya hanya untuk pengoperasian pesawat bantu.

b) 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 menciptakan tekanan (<20 kg/cm²) dan suhu tertentu (<suhu 240°).

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.

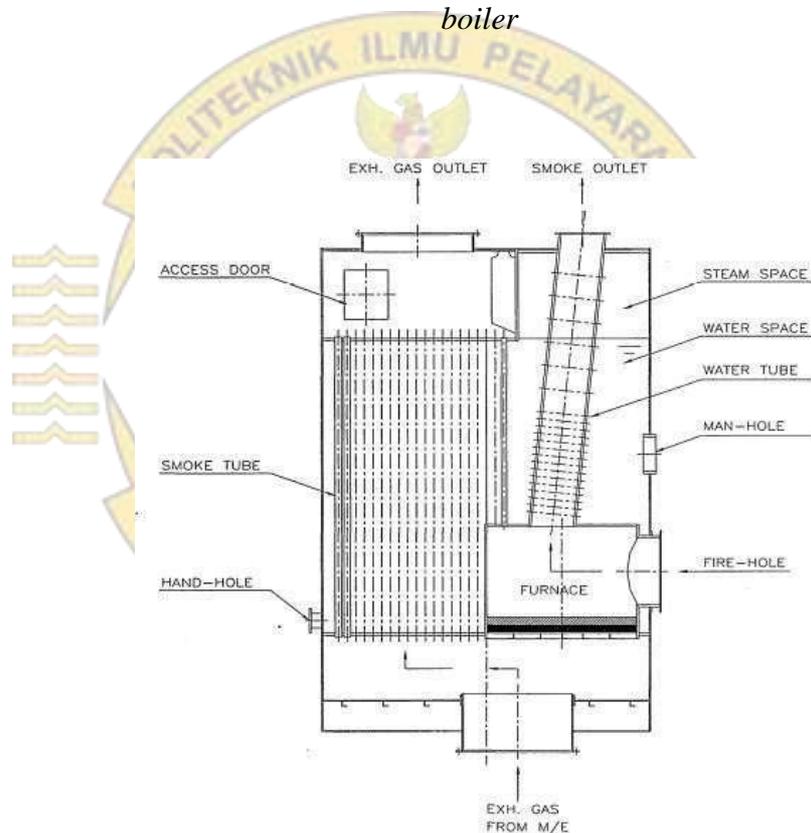
3. *Economizer*

a. Pengertian *economizer*

Pemulihan panas limbah dari gas buang memiliki efek langsung pada efisiensi proses. Hal ini tercermin dari pengurangan konsumsi dan biaya utilitas, dan biaya proses. Dengan memasang *economizer* di kapal, boiler tambahan kapal tidak perlu bekerja terlalu banyak, atau tidak sama sekali selama pelayaran laut, ketika mesin utama sedang berjalan, 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*. Namun, 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 penukar 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 biasa. 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 *Exhaust gas economizer* serta *composite boiler*



Sumber: *Instruction Manual Book* MV. Pan Begonia (2002)

MV. Pan Begonia 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* ditutupi dengan isolator panas. Saluran sirkulasi untuk 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 *stand by unit*. Uap yang sesuai dengan prosedur operasional yang ada di kapal MV. Pan Begonia.

b. Prosedur pengoperasian *economizer*

Usulan 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 dihentikan sementara, pastikan sirkulasi penuh air dilakukan sebelum gas diizinkan melalui boiler. Ini adalah tanggung jawab Chief Engineer, atau Engineer Kedua jika tidak ada, untuk memastikan bahwa Pompa Sirkulasi berjalan dan beroperasi dengan benar sebelum menghidupkan Mesin Utama. Dalam hal mesin induk telah beroperasi, dengan suhu buang di atas 200 derajat C untuk waktu yang lama, tanpa pompa sirkulasi bekerja, mesin harus diperlambat dan suhu buang masuk dan keluar dari boiler gas buang harus dibawa di bawah 100 Celcius sebelum memulai pompa sirkulasi. Konsekuensi dari memulai pompa sirkulasi dengan tabung boiler gas buang pada suhu tinggi bisa menjadi bencana.

Pada kapal dengan *exhaust economizer by pass valve*, suhu air merupakan faktor penting dalam mencegah kondensasi dan pembentukan asam di sisi gas. Suhu minimum 140 derajat C harus dijaga, saat berjalan dengan gas buang melewati *economizer*.

c) Pengoperasian

1. Sirkulasi gas buang *boiler* harus dijaga setiap saat. Ini untuk menjaga suhu tabung dan mencegah korosi "ujung dingin" tabung dan sirip.
2. Meniup jelaga harus dilakukan setidaknya tiga kali sehari.
3. Jika sirkulasi perlu dihentikan karena alasan apa pun, unit harus diledakkan sebelum dimatikan.
4. Sangat penting 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. Pantau tekanan diferensial di sisi gas dan alarm suhu outlet gas buang tinggi jika dipasang.
6. Jika bahan kimia pelepasan jelaga tersedia, maka injeksikan sesuai instruksi pabrik.

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 stay, 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.

c.

Kerusakan *economizer*

Jika kondisi dibiarkan memburuk. Adanya bahan-bahan dalam kandungan air boiler yang umumnya tidak sesuai menimbulkan kerusakan seperti munculnya, kerak/*scale*, dan korosi yang akan diuarikan sebagai berikut:

1) Kerak/*scale* boiler

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

Garam kalsium dan magnesium adalah sumber 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:

a.) Natrium fosfat.

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

b.) Natrium Hidroksida.

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

2) 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 menghasilkan senyawa yang dapat membuat kerusakan atau hancurnya material. Adanya gas terlarut seperti oksigen dan karbon dioksida dalam feed dan air boiler akan menyebabkan 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 alasan paling umum untuk korosi boiler adalah aksi oksigen terlarut dalam air feed water. Umumnya, lubang oksigen akan terjadi di dekat atau di atas garis air di drum uap boiler yang dioperasikan, atau sangat dekat dengan titik masuk air umpan. Kandungan oksigen dalam air umpan dan boiler dapat dikurangi dengan cara berikut:

a.) Deaerasi termal

Kelarutan gas seperti oksigen dan karbon dioksida dalam air berkurang dengan meningkatnya suhu air. Oksigen dihilangkan dalam pemanas deaerating berventilasi di mana 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.

b.) Deaerasi kimia (pemulungan)

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

c.) Karbondioksida

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

d. Solusi kerusakan *economizer side*

Solusi yang diambil adalah dengan menjaga kualitas air ketel dengan menggunakan Boiler Water Treatment karena 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 :

- 1) Mampu mengendapkan garam-garam yang dapat mengerak agar dapat menjadi endapan berupa lumpur yang tidak lengket pada dinding ketel.
- 2) Mampu mempertahankan zat-zat pengendap dalam jumlah kecil tetapi cukup, dan alkalinitas dari air ketel.
- 3) Mampu menurunkan kadar oksigen terlarut hingga minimum.

- 4) Mampu mencegah pembentukan busa yang berakibat makin cepat terbentuknya kerak.

Zat-zat kimia yang dapat memenuhi tuntutan di atas adalah zat-zat alkali garam-garam, fosfat, zat tambahan organik dan zat-zat pengusir oksigen. Zat-zat komponen BWT diantaranya adalah :

- 1) Zat alkali, yang biasa digunakan adalah : Kalsium hidroksida Ca(OH)_2 . Cara kerja kalsium hidroksida adalah mengendapkan garam yang menyebabkan kesadahan temporer yaitu kalsium dan magnesium bikarbonat.
- 2) Natrium karbonat Na_2CO_3 . Natrium karbonat bereaksi dengan garam yang menyebabkan kesadahan permanen, mengendapkan CaCO_3 dan MgCO_3 .
- 3) Natrium hidroksida NaOH (Kaustik Soda).. Zat padat warna putih mudah larut dalam air dan menimbulkan panas, membentuk larutan yang sangat alkalis, di udara terbuka akan meleleh karena mengikat lembap udara, tetapi lama kelamaan akan memadat lagi karena adanya CO_2 dalam udara. Kaustik soda mengendapkan garam-garam yang menyebabkan kesadahan temporer menjadi kalsium karbonat dan magnesium hidroksida.
- 4) Garam fosfat. Garam fosfat yang biasa digunakan adalah Natrium heksameta fosfat ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$), Dinatrium hydrogen fosfat Na_2HPO_4 , Trinatrium fosfat Na_3PO_4 .

- 5) Zat tambahan organik. Berbagai macam zat tambahan organik dapat ditambahkan ke dalam air ketel. Zat tambahan organik yang ditambahkan antara lain: tanin., tepung., Amine.
- 6) Zat pengusir oksigen. Jumlah oksigen yang terlarut dalam air ketel sangat berpengaruh pada proses korosi. Zat pengusir oksigen antara lain Natrium sulfit (Na_2SO_3) dan hydrazine (N_2H_4).

e. 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 pabriknya. 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:

1) *Soot blow valve*

Soot blow valve adalah suatu alat yang berfungsi untuk membersihkan permukaan pipa-pipa pemanas pada Boiler dari kotoran atau debu yang menempel pada permukaan 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.

2) *Access hole*

Access hole merupakan tempat dimana manusia bisa masuk untuk memantau keadaan pada *economizer* dan memudahkan manusia untuk melakukan proses perawatan dan perbaikan pada *economizer*.

3) *Hand hole*

Hand hole merupakan tempat untuk mengetahui banyaknya endapan kotoran atau karbon di dalam *economizer*. *Hand hole* membutuhkan perawatan secara rutin seperti membersihkan endapan kotoran atau karbon dalam waktu satu bulan satu kali pembersihan agar perpindahan panas dapat bekerja optimal.

4) *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.

2. Kerangka Pikir Penelitian

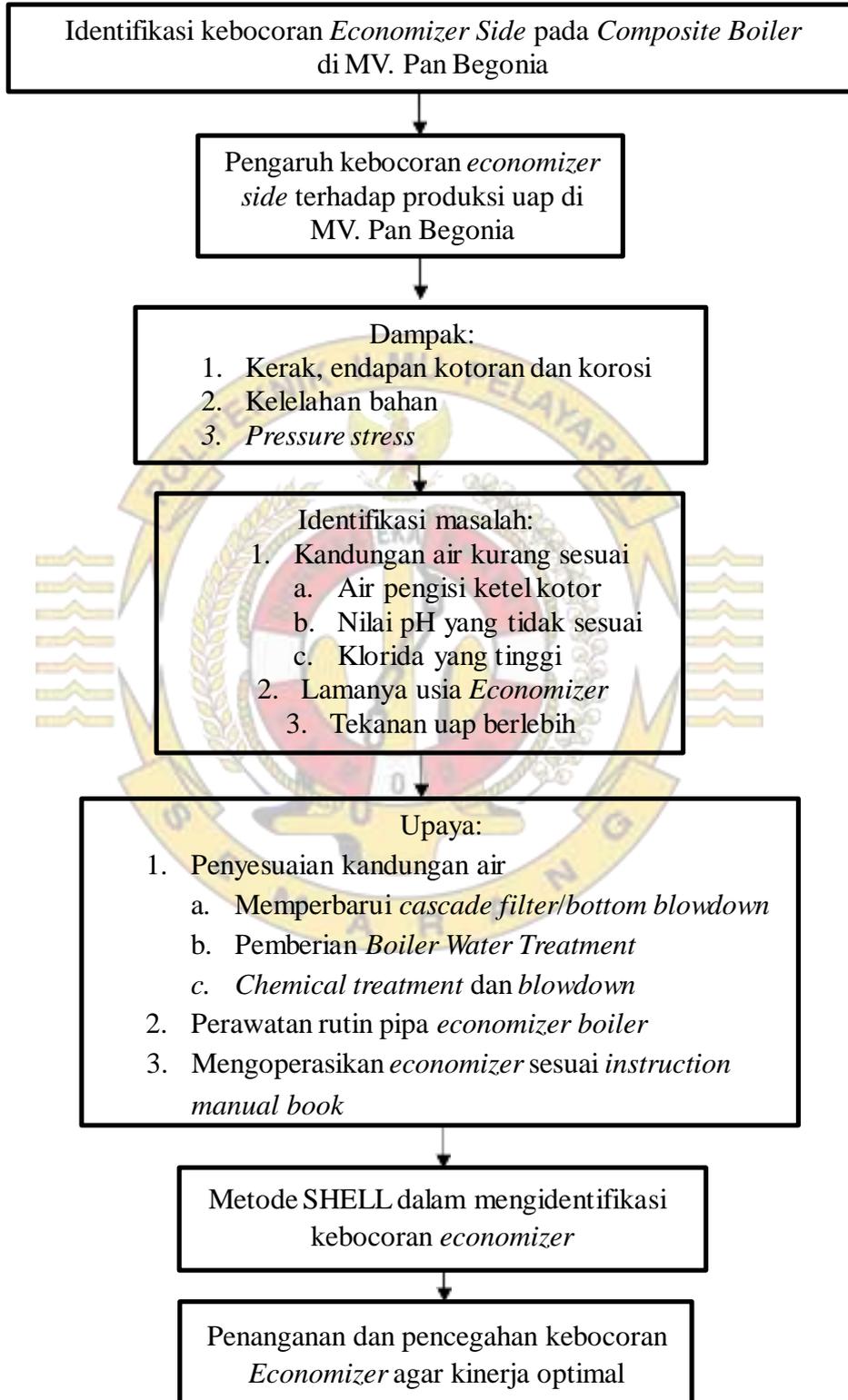
Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman dalam skripsi ini, maka penulis dapat menjelaskan secara singkat dalam kerangka pemikiran

yaitu mengenai latar belakang penelitian yang menjadi alasan dilakukannya penelitian serta pemilihan judul skripsi, dari latar belakang tersebut penulis dapat mengetahui bagaimana kebocoran pada *economizer side* di MV. Pan Begonia.

Berdasarkan kerangka pikir yang penulis buat, dapat dijelaskan dari topik yang akan dibahas yaitu identifikasi kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia, yang menjadi faktor penyebab terjadinya kebocoran *economizer side* pada *composite boiler*. Dalam hal ini untuk mencegah dan menanggulangi masalah kebocoran maka dilakukan pendekatan pada bagaimana cara pengoperasian serta cara perawatan secara berkala pada *economizer* dan melakukan upaya pencegahan terjadinya kebocoran pada *economizer* sehingga *economizer* bekerja dengan baik sesuai dengan prosedur yang ada di atas kapal.

Gambar 3 Kerangka Berpikir

Kerangka pikir yang dibuat oleh penulis adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Kerangka pikir

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya tentang identifikasi kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor penyebab utama terjadinya kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia adalah kondisi air yang keruh/kotor, tingginya kandungan *chloride*/klorida, rendahnya nilai pH dalam kandungan 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 pada *economizer boiler* juga merupakan faktor ketiga penyebab konstruksi *economizer boiler* melemah dan berpotensi terjadinya kebocoran.

2. Dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab terjadinya kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia adalah timbulnya endapan kotoran dalam *economizer* akibat air kotor, kerak/*scale* yang muncul di dinding *economizer* akibat dari tingginya kandungan *chloride*, korosi akibat dari rendahnya nilai pH air, kelelahan bahan akibat dari lamanya usia pipa *economizer* dan *pressure stress* yang

diakibatkan dari tekanan uap berlebih pada *economizer boiler*.

3. Upaya yang dilakukan untuk mencegah penyebab terjadinya kebocoran *economizer side* pada *composite boiler* di MV. Pan Begonia yaitu dengan melakukan penggantian *cascade filter*, pemberian cairan *BWT (Boiler Water Treatment)* pada air *boiler*, penambahan cairan natrium hidroksida/ basa logam untuk menaikkan nilai pH, melakukan *blowdown* sesuai jadwal, melakukan perawatan pipa *economizer boiler*, dan memperhatikan pengoperasian dan tekanan uap kerja pada *economizer boiler*.

B. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian merupakan hal-hal yang tercakup di dalam keluasan lingkup penelitian tetapi karena terdapat kesulitan berupa metodologis atau prosedural tertentu maka tidak dapat dicakup di dalam penelitian karena berada di luar kendali dari peneliti. Beberapa contoh keterbatasan penelitian yaitu keterbatasan dalam hal dokumentasi ketika berada dikapal karena tidak selalu membawa kamera saat bekerja, tempat penelitian yang tidak bisa dijangkau setelah turun dari kapal serta beberapa data dikapal yang kurang lengkap sehingga peneliti mencari sumber lain yang berdekatan dan berhubungan dengan data yang ada di kapal.

C. Saran

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

1. Sebaiknya masinis di atas kapal selalu melakukan pengecekan terhadap kandungan air, kondisi *economizer* dan pengoperasian *economizer boiler*

yang sesuai.

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 MV. Pan Begonia.
3. 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.



DAFTAR PUSTAKA

- Ades, Sanjaya. 2011. Model-model Pembelajaran. Bumi Aksara. Jakarta
- Arikunto, S. (2019). Prosedur Penelitian. Jakarta: Rineka cipta.
- Bardal, Eirnal. 2003. *Corrosion and Protection*. Trondhiem, Norway: The Norwegian University of Science and Technology.
- 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.
- Moleong, L. J. 2010. Metodologi Penelitian Kualitatif. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Muri Yusuf. 2014. "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif & Penelitian Gabungan". Jakarta : prenadamedia group
- Murni, 2016, Buku Ajar Ketel Uap, Universitas Negeri Diponegoro, Semarang.
- Nasucha, Muhammad Rohmadi,. 2015. Bahasa Indonesia. Yogyakarta: Media Perkasa.
- Noor, Juliansyah. (2011). Metodologi Penelitian: Skripsi, Tesis, Disertasi, & Karya Ilmiah. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- Pratikto, 2008, Ketel Uap Pipa Air Boiler Drum, CV. Asrori, Malang.
- Sugiyono, 2019, Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D), Bandung, Alfabeta.
- Sugiyono. (2018). Metode Penelitian Deskriptif. Bandung: CV Alfabeta
- Sugiyono. (2018). Teknik Pengumpulan Data. Bandung: CV Alfabeta
- Sugiyono. (2015). Sumber Data Penelitian. Bandung: CV Alfabeta
- Tim Penyusun, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2018, Pedoman Penyusunan Skripsi Jenjang Pendidikan Diploma IV, Semarang.

Niwa, Annes, 2014, Pengolahan Air Untuk Boiler (Ketel Uap). Tersedia pada: <http://annesniwa.blogspot.com/2014/09/pengolahan-air-untuk-boiler-keteluap.html>.

Wikipedia, Korosi. [internet]. [diakses 2019 Mar 12]; Tersedia pada: <https://id.wikipedia.org/wiki/Korosi>

Wita, 2016, Scaling Pada Boiler. [internet]. [diunduh 2019 Mar 12]; Tersedia pada: <http://www.hachindonesia.com/2016/02/01/scalling-pada-boiler>



LAMPIRAN WAWANCARA 1

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara penulis dengan masinis 1 di MV. Pan Begonia yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Penulis/Engine Cadet : Ivan Yohanes

Masinis 1/First Engineer : Roy Martin Marbun

Tempat, Tanggal : Engine Control Room, 20 Desember 2020

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

Masinis 1 : Iya, selamat pagi det.

Penulis : Mohon ijin 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.



LAMPIRAN WAWANCARA 2

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

Teknik : Wawancara

Penulis/Engine Cadet : Ivan Yohanes

Masinis 3/Third Engineer : Heru Sanoto

Tempat, Tanggal : Engine Control Room, 21 Desember 2020

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.

Penulis : Siap bass.




HERU SANOTO
44072841 T

LAMPIRAN WAWANCARA 3

Cuplikan catatan lapangan hasil wawancara penulis dengan masinis 1 di MV. Pan Begonia yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Penulis/Engine Cadet : Ivan Yohanes

Masinis 3/Third Engineer : Roy Martin Marbun

Tempat, Tanggal : Engine Control Room, 22 Desember 2020

Penulis : Selamat siang 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.

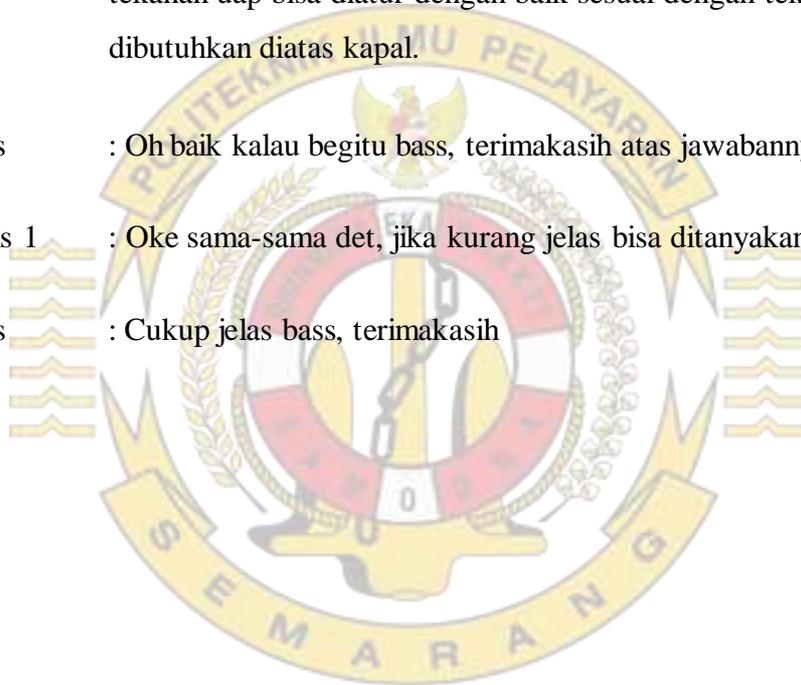
Penulis : Oh begitu bass. Upaya untuk mencegahnya kita harus melakukan apa bass?

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



Lampiran 1 proses *plugging economizer tube*



Lampiran 2 *plug economizer*

CREW LIST
(IMO FAL Form 5)

1.1 Name of ship		1.2 IMO number		1.3 Call sign		1.4 Voyage number				
PAN BEGONIA		9441673		3FSM3		078				
2. Port of arrival/departure				3. Date of arrival/departure		4. Flag State		5. Last port of call		
ALTAMIRA, MEXICO				9 th MAY 2021		PANAMA		NEW ORLEANS, USA		
6. No.	7. Family name	8. Given names	9. Rank	10. Nationality	11. Date of birth	12. Place of birth	13. Sex	14. Date/Port of Embarkation	15. Passport Expiry date	16. Seaman Book Expiry date
1	O	BYONG OIL	CAPT	S. KOREA	16 MAR 60	CHANGHUI	M	2020.12.01 SINGAPORE	08/11/2029	08/11/2029 UNLIMITED
2	LEE	KYONGHEUN	C/O	S. KOREA	20 MAR 77	CHANGHUI	M	2021.05.13 POKHANG	07/11/2022	06/11/2025 UNLIMITED
3	SETIADI	DESI	3/D	INDONESIA	18 JUL 91	PAONAN	M	2020.07.09 CAGUMUN	03/11/2025	01/02/27 07 APR 23
4	PURBA	MUHAMMAD SHAFIYAT TRIANA	3/D	INDONESIA	07 MAY 87	PANGKALAN BAH	M	2020.08.07 KARUNAN	01/11/2026	01/09/27 31 MAY 23
5	HWANG	CHUNGS	C/E	S. KOREA	08 AUG 61	WONEDU	M	2021.02.28 S. KOREA	08/03/2031	08/03/2030 UNLIMITED
6	MARSH	ROY MANTH	VE	INDONESIA	19 APR 88	SAMARAB	M	2020.08.07 KARUNAN	07/10/2023	08/03/23 08 MAR 23
7	SANDTO	HERI	2/E	INDONESIA	11 MAY 88	PONTIANAK	M	2020.08.07 KARUNAN	08/17/2021	01/02/2023 23 SEP 21
8	SOFAH	ADRIAN FERMANETAH	3/E	INDONESIA	28 DEC 88	BANDUNG	M	2021.04.26 BALURU	07/07/2026	08/03/20 18 DEC 22
9	SALI	SULYAN BADI	3/E	INDONESIA	04 JAN 89	TEGAL	M	2021.04.26 BALURU	07/03/2026	07/03/26 17 FEB 24
10	JATI	EPENDI	4/E	INDONESIA	17 OCT 88	JAKARTA	M	2021.04.26 BALURU	08/17/2024	08/19/22 21 MAY 23
11	YULIANH	MUHAMMAD SYARIF	4/E	INDONESIA	22 JUL 88	LAMPUNG	M	2020.08.07 KARUNAN	08/08/2021	08/08/21 07 MAR 23
12	MIRI	ADAR SANGI	4/E	INDONESIA	01 APR 81	OKUSAL	M	2020.07.09 KARUNAN	08/03/2027	03/08/21 03 MAR 23
13	IRANUGH	FERRI	0/E	INDONESIA	01 AGO 91	KEBUNDAH	M	2021.04.26 BALURU	01/10/2027	01/10/24 18 NOV 23
14	SHALUJAT AK	LAMBCH	NO.1 OLR	INDONESIA	11 OCT 78	TAPAHALI UTARA	M	2020.08.07 KARUNAN	02/02/2026	02/02/26 24 APR 23
15	JERRY	BERRY	0/E	INDONESIA	09 MAY 73	KLATEN	M	2020.07.09 KARUNAN	08/03/2026	08/03/23 08 JAN 23
16	BOO	DAYON DANCAP	3/E	INDONESIA	28 AUG 81	TEGAL	M	2021.04.26 BALURU	08/10/2026	07/03/26 24 SEP 23
17	TABBAR	HAFSA	0/E	INDONESIA	06 FEB 77	SLI	M	2020.07.09 KARUNAN	08/03/2026	08/03/23 08 DEC 21
18	ALVIN	MUHAMMAD IZAK	C/O	INDONESIA	24 JUL 88	BANDUNG	M	2020.07.09 KARUNAN	08/03/2021	08/03/23 02 JAN 23
19	SABUDIN	SUPERMAN ACHMAD	MEM	INDONESIA	26 JAN 81	JAKARTA	M	2021.02.26 BALURU	07/07/2027	08/03/26 02 DEC 23
20	LUTHFI	MUHAMMAD GIC	INDONESIA	08 JAN 88	BALIKPAPAN	M	2020.09.03 KARUNAN	08/03/2026	08/03/26 28 OCT 21	
21	YOHANES	RAH	E/C	INDONESIA	13 JAN 88	CLACAP	M	2020.08.07 KARUNAN	08/03/2026	08/03/26 01 JUL 23

17. Date and signature by master, authorized agent or officer


MASTER
 CAPT. O. BYONG OIL
 MASTER OF PAN BEGONIA
 PANAMA

Lampiran 3 Crew list MV. Pan Begonia

SHIP'S PARTICULARS

SHIP'S NAME PAN BEGONIA
 NATIONALITY / PORT OF REGISTRY PANAMA
 IMO NO. 9441879 OFFICIAL NO 40340-09-B
 CALL SIGN 3FSM3
 CLASSIFICATION K.R.(KOREA REGISTER OF SHIPPING)
 OWNER POS MARITIME TX S.A.
 OPERATOR PAN OCEAN CO., LTD
 MANAGEMENT CO. POS SM CO., LTD.
 102, Jungang-Daero, Jung-gu, Busan, Korea
 DATE OF KEEL LAID 01ST JUL. 2008 DALIAN, CHINA
 DATE OF LAUNCH 18TH DEC. 2008 DALIAN, CHINA
 DATE OF DELIVERY 23RD APRIL 2009 DALIAN, CHINA
 TYPE OF VESSEL BULK CARRIER

TONNAGE G/T : 33,115.00 TONS N/T : 19,036.00 TONS
 SUEZ CANAL G/T : 33,472.33 TONS N/T : 30,280.36 TONS
 SUEZ CANAL ID 38639

	DRAFT	DEADWEIGHT	FREEBOARD	DISPLACEMENT
FRESH WATER	13.310 M / 43'8.2"max	57,285.84MT	5.203 M / 17'0.9"	67,797.80
TROPICAL	13.291 M / 43'7.2"max	58,837.44MT	5.226 M / 17'1.8"	69,349.40
SUMMER	13.020 M / 42'8.5"max	57,283.54MT	5.480 M / 18'0.5"	67,795.50
WINTER	12.749 M / 41'9.5"max	55,732.24MT	5.770 M / 18'11.1"	66,244.20
LIGHTWEIGHT	10,511.96			
T P C	57.3 MT			
F.W. ALLOWANCE		29.60CM	00'11.54"	

DIMENSION	L.O.A.	190.00 M	623'4.3"
	L.B.P.	163.30 M	601'4.5"
	BREADTH	32.26 M	105'10"
	DEPTH	18.50 M	60'8.3"

AIR DRAFT 50.003 M (HEIGHT) / 164 '0.5"
 21.2 M / 69'5.5" (FROM BOTTOM TO TOP OF HATCH COVER)

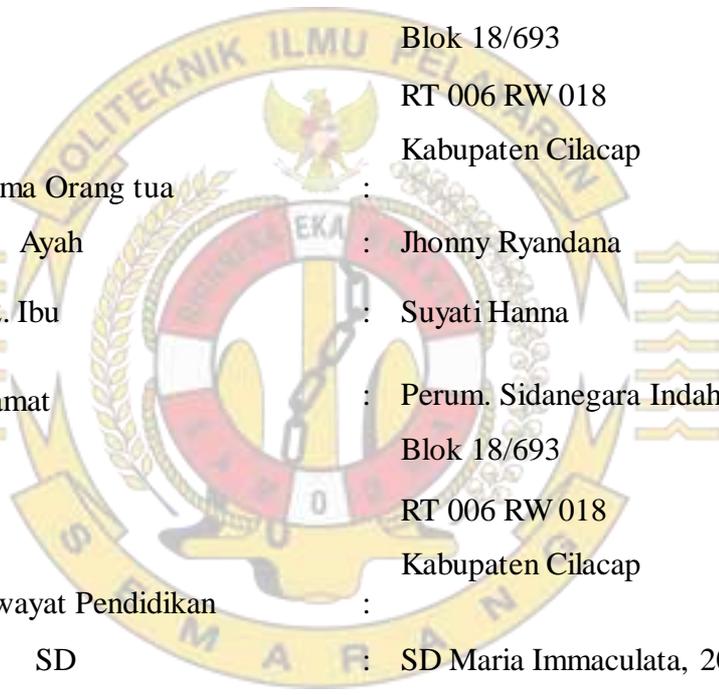
MAIN ENGINE: 12,900 BHP X 127RPM AT MCR (STX-MAN b&W 6S50MC-C(MK V11) / 9480KW
 SERVICE SPEED : 14.5 KT

GMOSS : MMSI 370900000
 INM- F TEL (870) 773110912 FAX (870) 783111956
 VSAT BRIDGE: (+82) 070 8854 3802
 VSAT SHIP'S OFFI (+82) 070 8854 3804
 INM-C TLX 437090010 / 437090012
 EMAIL panbegonia@panocean.com



Lampiran 4 Ship Particulars MV. Pan Begonia

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Ivan Yohanes
 2. TTL : Cilacap,
12 Januari 2000
 4. Agama : Kristen
 5. Jenis Kelamin : Laki-laki
 6. Golongan Darah : B
 7. Alamat : Perum. Sidanegara Indah
Blok 18/693
RT 006 RW 018
Kabupaten Cilacap
- 
8. Nama Orang tua :
 1. Ayah : Jhonny Ryandana
 - 8.2. Ibu : Suyati Hanna
 9. Alamat : Perum. Sidanegara Indah
Blok 18/693
RT 006 RW 018
Kabupaten Cilacap
- 
10. Riwayat Pendidikan :
 1. SD : SD Maria Immaculata, 2005 - 2011
 - 10.2. SMP : SMP N 1 Cilacap, 2011 - 2014
 - 10.3. SMA : SMA Yos Sudarso Cilacap, 2014-2017
 - 10.4. Perguruan Tinggi : PIP Semarang, Tahun 2018 - 2022
 11. Praktek Laut :
 1. Perusahaan Pelayaran : PT. JASINDO DUTA SEGARA
 - 11.2. Nama Kapal : MV. Pan Begonia
 - 11.3. Masa Layar : 3 September 2020 – 15 Agustus 2021