

**ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KEBOCORAN
PADA *ECONOMIZER SIDE* DI *COMPOSITE BOILER TYPE***

MV. PAN GLOBAL



SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian syarat-syarat memperoleh gelar

Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel)

Disusun Oleh :

ARIF BUDI UTAMA

NIT. 52155704. T

PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KEBOCORAN
PADA *ECONOMIZER SIDE* DI *COMPOSITE BOILER TYPE***

MV. PAN GLOBAL

DISUSUN OLEH :

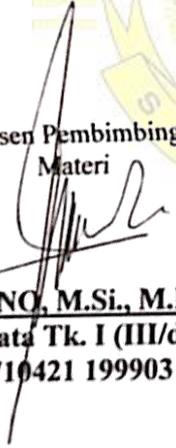
ARIF BUDI UTAMA
NIT. 52155704. T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di Dewan Penguji

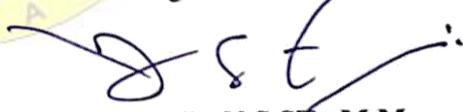
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 2019

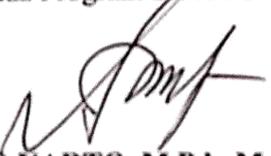
Dosen Pembimbing
Materi


ABDI SENC, M.Si., M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19710421 199903 1 002

Dosen Pembimbing
Metodologi dan Penulisan


YUSTINA SAPAN S.ST., M.M.
Penata (III/c)
NIP. 19771129 200502 2 001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika


H. AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E.
Pembina (IV/a)
NIP. 19641212 199808 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENYEBAB TERJADINYA KEBOCORAN
PADA *ECONOMIZER SIDE* DI *COMPOSITE BOILER TYPE*
MV. PAN GLOBAL**

Disusun Oleh:

ARIF BUDI UTAMA
NIT. 52155704. T

Telah diuji dan disahkan oleh Dewan Penguji serta dinyatakan dengan
Nilai..... Pada Tanggal..... 2019

Penguji I


WIRATNO, MT., M.Mar.E.
Penata (III/c)
NIP. 19720509 200312 1 002

Penguji II


ABDI SENO, M.Si., M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19710421 199903 1 002

Penguji III


Capt. TRI KISMANTORO, M.M., M.Mar.
Penata (III/c)
NIP. 19751012 199808 1 001

Dikukuhkan oleh :
DIREKTUR POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG

Dr. Capt. MASHUDI ROFIK, M.Sc., M.Mar.
Pembina Tk. I (IV/b)
NIP. 19670605 199808 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ARIF BUDI UTAMA

NIT : 52155704. T

Jurusan : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul “Analisis penyebab terjadinya kebocoran pada *economizer side di composite boiler type MV. Pan Global*”. Adalah benar hasil karya saya bukan jiplakan/plagiat skripsi dari orang lain dan saya bertanggung jawab kepada judul maupun isi dari skripsi ini. Bilamana terbukti merupakan jiplakan dari orang lain maka saya bersedia untuk membuat skripsi dengan judul baru dan atau menerima sanksi lain.

Semarang, Juli 2019
Yang menyatakan



ARIF BUDI UTAMA
NIT. 52155704. T

MOTTO

“Selalu beryukur pada segala keadaan”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kepada ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selain itu dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mempersembahkan skripsi yang telah penulis susun ini kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta, Susanto dan Supriyati yang tanpa mereka saya tidak bisa ada disini.
2. Seluruh staff dan pegawai PT. Jasindo Duta Segara, yang telah menerima penulis untuk melaksanakan praktek laut.
3. Seluruh perwira dan *crew* MV. Pan Global yang telah mengajari penulis waktu praktek laut yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data-data sehingga terselesaikannya skripsi ini..
4. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang tempat penulis menimba ilmu.
5. Pembaca skripsi ini dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat.
6. Seluruh teman-teman satu angkatan khususnya satu kasta Kedu yang telah memberikan banyak pelajaran.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia yang diberikan, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi yang berjudul “Analisis penyebab terjadinya kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global”.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program D.IV tahun ajaran 2018-2019 Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang, juga merupakan salah satu kewajiban bagi taruna yang akan lulus dengan memperoleh gelar Profesional Sarjana Terapan Pelayaran.

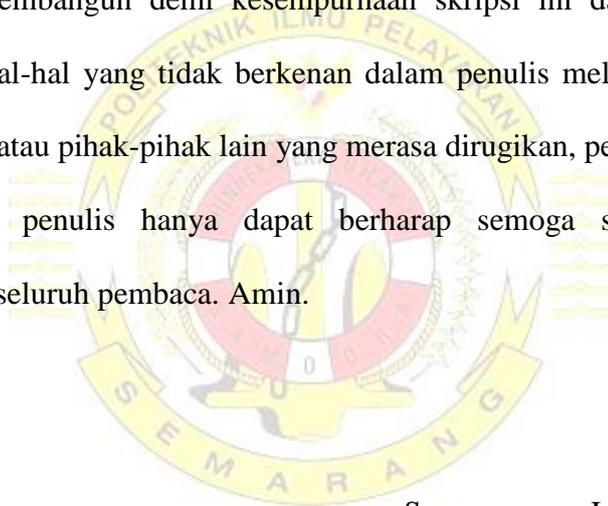
Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Yth :

1. Bapak Dr. Capt. Mashudi Rofiq, M.Sc., M.Mar. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Amad Narto, M.Pd., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknika.
3. Bapak Abdi Seno, M.Si., M.Mar.E. selaku dosen pembimbing teori.
4. Ibu Yustina Sapan S.ST., M.M.. Selaku dosen pembimbing penulisan.
5. Seluruh staff dan pegawai PT. Jasindo Duta Segara, yang telah menerima penulis untuk melaksanakan praktek laut.
6. Seluruh perwira dan *crew* MV. Pan Global yang telah mengajari penulis waktu praktek laut yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data-data sehingga terselesaikannya skripsi ini.

7. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu mendoakan dan memberikan dorongan.
8. Yang penulis banggakan rekan-rekan angkatan 52 Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi dukungan baik secara moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu penulis sangat mengharapkan saran ataupun koreksi dari para pembaca semua yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan apabila dalam skripsi ini ada hal-hal yang tidak berkenan dalam penulis melakukan penelitian untuk skripsi ini atau pihak-pihak lain yang merasa dirugikan, penulis minta maaf.

Akhirnya penulis hanya dapat berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca. Amin.



Semarang, Juli 2019
Penulis

ARIF BUDI UTAMA
NIT. 52155704.T

DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
ABSTRAKSI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Pembatasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	10

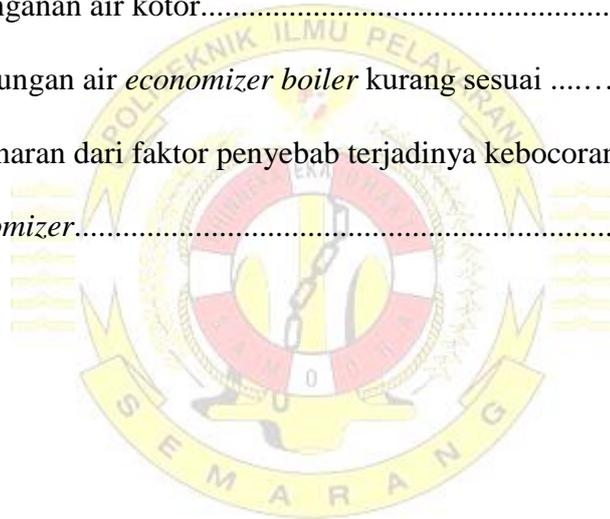
	B. Kerangka Pikir Penelitian	24
	C. Definisi Operasional	27
BAB III	METODE PENELITIAN	
	A. Jenis Metode Penelitian	28
	B. Waktu dan Tempat Penelitian	30
	C. Jenis Data	30
	D. Metode Pengumpulan Data	32
	E. Analisis Data	33
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	A. Gambaran Umum Objek Penelitian	43
	B. Analisa Hasil Penelitian	49
	C. Pembahasan Masalah	62
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan	82
	B. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem pengisian air tawar <i>boiler</i>	11
Gambar 2.2 <i>Exhaust gas economizer</i> serta <i>composite boiler</i>	19
Gambar 2.3 Kerangka pikir	26
Gambar 3.1 Prinsip kerja metode <i>fault tree analysis</i>	35
Gambar 4.1 Gelas duga tangki <i>cascade</i>	51
Gambar 4.2 Pengukuran pH (kertas lakmus)	52
Gambar 4.3 Kondisi pipa <i>economizer</i>	53
Gambar 4.4 Tekanan uap servis	55
Gambar 4.5 Pohon kesalahan kebocoran pada <i>economizer</i>	62
Gambar 4.6 Pohon kesalahan <i>Top Event A</i>	63
Gambar 4.7 Endapan jelaga	65
Gambar 4.8 Kerak pada pipa <i>economizer</i>	66
Gambar 4.9 pH air pada berbagai temperatur	67
Gambar 4.10 Korosi pada pipa <i>economizer</i>	68
Gambar 4.11 Penyebab terjadinya kebocoran pada <i>economizer</i>	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan normal air <i>boiler</i>	15
Tabel 4.1 Referensi gas buang.....	44
Tabel 4.2 Program pengecekan dan perawatan.....	47
Tabel 4.3 <i>Boiler water test</i> periode (April 2018)	50
Tabel 4.4 Perawatan dan perbaikan <i>economizer</i>	54
Tabel 4.5 Tekanan uap berlebih pada <i>economizer boiler</i>	55
Tabel 4.6 Penanganan air kotor.....	59
Tabel 4.7 Kandungan air <i>economizer boiler</i> kurang sesuai	68
Tabel 4.8 Kebenaran dari faktor penyebab terjadinya kebocoran pada <i>economizer</i>	72



ABSTRAKSI

Arif Budi Utama, 2019, NIT : 52155704.T, “*Analisis Penyebab Terjadinya Kebocoran Pada Economizer Side di Composite Boiler Type Mv. Pan Global*”, skripsi Program Studi Teknik, Progran Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Abdi Seno, M.Si., M.Mar.E. dan Pembimbing II: Yustina Sapan S.ST., M.M.

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 atmosfer yang digunakan untuk media pemanas bahan bakar, minyak lumas dan akomodasi lainnya di atas kapal. *Economizer* memanfaatkan panas dari gas buang mesin induk dalam proses produksi uap untuk menghemat penggunaan bahan bakar. Kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler* menyebabkan gangguan pada proses produksi uap di atas kapal.

Jenis metode penelitian yang penulis gunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah deskriptif kualitatif dengan menggunakan pendekatan *fault tree analysis* (FTA) 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. 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 type* Mv. Pan Global.

Berdasarkan hasil penelitian penulis, dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global adalah, 1) Kandungan air *economizer boiler* kurang sesuai yang dapat disebabkan oleh kondisi air keruh/kotor, tingginya kandungan *chloride*/klorida dan rendahnya nilai pH. 2) Lamanya usia pipa *economizer boiler*. 3) Tekanan uap berlebih pada *economizer boiler*. Dampak yang ditimbulkan adalah 1) Endapan kotoran pada *economizer boiler*, kerak/*scale* pada *economizer tube* dan korosi pada *economizer boiler*. 2) Melemahnya konstruksi *economizer boiler*. 3) *Pressure stress* pada *economizer boiler*. Untuk mencegah faktor-faktor penyebab kebocoran *economizer* upaya yang harus dilakukan adalah dengan, 1) Penggantian *cascade filter*. 2) Pemberian BWT (*Boiler Water Treatment*). 3) *Chemical treatment* dan rutin melakukan *blowdown*.

Kata kunci : *Economizer side, composite boiler, kebocoran, FTA*.

ABSTRACT

Arif Budi Utama, 2019, NIT: 52155704.T, "*Analysis the Causes of Leakage at Economizer Side at Composite Boiler Type MV. Pan Global*", Thesis Study Program, Diploma IV Program, Semarang Shipping Science Polytechnic, Advisor I: Abdi Seno, M.Sc., M.Mar.E. and Advisor II: Yustina Sapan S.ST., M.M.

Economizer in a composite boiler is an auxiliary engine on a ship that functions to produce high temperature steam with a pressure of more than 1 bar or 1 atmosphere that is used for fuel heating media, lubricating oil and other accommodations on board. Economizer utilizes heat from the main engine exhaust gas in the steam production process to save fuel use. The economizer side leak in the composite boiler caused a disruption in the steam production process on the ship.

The type of research method that the author uses in the preparation of this thesis is descriptive qualitative using a fault tree analysis (FTA) approach to simplify data analysis techniques. The author also uses data collection methods that the author does is by way of observation, documentation and interviews to strengthen the data analysis. The purpose of this study was to find out the causes of leakage on the economizer side in the composite boiler type, the impact of the leakage factors on the economizer side on the composite boiler type and efforts were made to prevent the leakage factor on the economizer side in the composite boiler type Mv. Pan Global.

Based on the results of the author's research, it can be concluded that the leakage factor in the economizer side in the composite boiler type MV. Pan Global is, 1) The water content of the boiler economizer is not suitable which can be caused by turbid / dirty water conditions, high content of chloride and low pH value. 2) The age of the pipe economizer boiler. 3) Excess steam pressure on the boiler economizer. The impact is 1) Dirt deposits on the boiler economizer, scale on the economizer tube and corrosion on the boiler economizer. 2) Weakening the construction of the economizer boiler. 3) Pressure stress on the boiler economizer. To prevent the economic factors causing leakage efforts to be done is, 1) Replace the cascade filter. 2) Give BWT (Boiler Water Treatment). 3) Chemical treatment and routinely blow down.

Keywords: Economizer side, composite boiler, leakage, FTA.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Economizer di *composite boiler* adalah suatu perangkat mesin bantu di atas kapal yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap panas dengan tekanan lebih dari 1 bar atau 1 atmosfer. Proses perubahan air menjadi uap terjadi dengan memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar melalui *burner side* ataupun *economizer side*.

Produksi uap dengan *economizer side* pada *composite boiler* memiliki fungsi yang sama yaitu untuk mengubah air didalam ketel menjadi uap dengan memanfaatkan panas dari *exhaust gas* (gas buang) mesin induk. Gas buang mesin induk yang memiliki temperatur tinggi digunakan untuk efisiensi dan penghematan penggunaan bahan bakar pada saat mesin induk memiliki daya penuh, sehingga tidak perlu menggunakan bahan bakar lagi untuk *burner*. Pada saat mesin induk memiliki daya penuh, gas buang mesin induk yang memiliki temperatur dan tekanan tinggi mengalir melalui *economizer side* pada *composite boiler*. Penataan pipa didalam *economizer side* tempat Penulis melaksanakan praktek berjenis pipa api/*vertical smoke tube*. Dengan kondisi seperti itu maka gas buang dari mesin induk melalui pipa-pipa *vertical* didalam *economizer side*, yang kemudian terjadi perpindahan panas yang dapat mengubah air didalam *composite boiler type* menjadi uap.

Uap yang dihasilkan ketel adalah uap dengan tekanan dan temperatur yang tinggi. Jumlah produksi uap tergantung pada luas permukaan pemindah panas, laju aliran, dan panas pembakaran yang diberikan. Kemudian uap bertemperatur dan bertekanan tinggi yang dihasilkan ketel ini di alirkan melalui pipa-pipa yang tekanannya diatur dengan kran uap/*steam dumping valve* yang kemudian digunakan untuk memanaskan bahan bakar, minyak lumas, *jacket cooling* mesin induk dan beberapa kegunaan lainnya diatas kapal.

Pada tanggal 25 Mei 2018, Penulis mengalami fenomena tidak normal yang berhubungan dengan *economizer side* di *composite boiler type*. Pada saat itu kapal sedang berlayar dari Hadong (Korea Selatan) menuju Samarinda (Indonesia) secara tiba-tiba terjadi *alarm low water level* pada *cascade tank* yang terus menerus. Setelah *crew* mesin melakukan pengecekan dan diskusi dengan adanya bukti di lapangan, maka *crew* kapal menemukan fenomena tidak normal ini terjadi karena adanya kebocoran pada *economizer* yang menyebabkan uap di dalam ketel terbuang dan terkondensasi didalam *exhaust manifold* mesin induk sehingga sistem suplai air pengisian *boiler* terganggu. Pada saat kejadian tersebut kapal dalam kondisi *full away* di daerah perairan Filipina pada pukul 11.00 siang hari. Hal tersebut mengakibatkan konsumsi air tawar pengisian ketel terus meningkat sampai proses perbaikan selesai.

Lokasi perairan pada saat itu tidak aman dan ditambah dengan tuntutan jadwal muatan yang sudah ditentukan sehingga proses perbaikan

harus ditunda hingga kapal tiba di Samarinda (Indonesia). Terjadinya fenomena tidak normal pada *economizer side* di *composite boiler type* tersebut mengharuskan *engine crew* dan khususnya dinas jaga kamar mesin di kapal dalam keadaan lebih waspada untuk selalu mengisi air *cascade tank* demi mencegah kerusakan yang lebih parah pada ketel uap dan menjaga sistem suplai uap diatas kapal.

Tindakan yang dilakukan oleh *crew* mesin kapal setibanya di Samarinda (Indonesia) yaitu segera mengubah konsumsi bahan bakar untuk permesinan bantu dari *heavy fuel oil* menjadi *diesel oil* karena turunnya *oil viscosity* pada *heavy fuel oil*. Kemudian melakukan *drain* pada *exhaust pipe* mesin induk yang terisi dengan air dari kondensasi uap yang keluar dari *economizer*, hal itu dilakukan untuk mencegah air masuk kedalam sistem *turbocharger* mesin induk yang akan menghasilkan kerusakan pada *turbocharger*, dan juga melakukan perbaikan pada kerusakan lainnya.

Berdasarkan adanya perbedaan antara teori dan masalah yang terjadi serta dampak–dampak yang ditimbulkan maka Penulis tertarik untuk melakukan penulisan skripsi dengan judul. **“Analisis Penyebab Terjadinya Kebocoran Pada *Economizer Side* di *Composite Boiler Type* MV. PAN GLOBAL”**.

B. Perumusan Masalah

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

1. Faktor apa saja yang menyebabkan kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global?
2. Apa dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global?
3. Apa upaya yang dilakukan untuk mencegah faktor penyebab kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global?

C. Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya pembahasan ini Penulis menyadari akan keterbatasan ilmu pengetahuan serta pengalaman yang dimiliki dan dikuasai Penulis dan agar masalah yang akan dibahas menjadi lebih spesifik dan tidak terlalu luas, maka Penulis perlu membatasi masalahnya khusus pada:

1. Objek penelitian difokuskan pada perawatan dan perbaikan pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global.
2. Batas waktu penelitian pada saat Penulis melaksanakan praktek laut di MV. Pan Global mulai dari bulan Agustus 2017 sampai dengan bulan Agustus 2018.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam skripsi ini yaitu:

1. Untuk dapat mengetahui faktor-faktor penyebab kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global.
2. Untuk dapat mengetahui dampak yang dihasilkan dari faktor-faktor kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global.
3. Untuk dapat menemukan upaya agar kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global tidak terjadi kembali.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan terhadap kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* secara tidak langsung akan menimbulkan masalah-masalah yang berkaitan dengan bagian-bagian dari *composite boiler*. Oleh karena itu dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak. Manfaat yang ingin dicapai Penulis dalam penelitian ini antara lain:

1. Manfaat secara teoritis

Sebagai kontribusi/masukan yang bermanfaat dalam pengembangan ilmu yang lebih di bidang perawatan dan perbaikan pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global.

2. Manfaat secara praktis

a. Bagi Lembaga Pendidikan

Karya ini dapat menambah perbendaharaan perpustakaan politeknik Ilmu Pelayaran Semarang dan menjadi sumber bacaan maupun referensi bagi semua pihak yang membutuhkan.

b. Bagi Perusahaan Pelayaran

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi tambahan dalam mencari dan menyelesaikan masalah di atas kapal terutama pada *economizer side* di *composite boiler type* yang dapat meningkatkan kinerja perusahaan dalam membantu menyelesaikan masalah tersebut.

c. Bagi Pembaca

Untuk memberikan motivasi ilmu pengetahuan sehingga para pembaca dapat memahami dan mengerti tentang kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* sehingga dalam pengoperasiannya lebih optimal.

F. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan jalan penulisan dalam membahas permasalahan yang Penulis amati, maka sangat diperlukan sistematika dalam penulisannya.

Adapun susunannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan. Latar belakang berisi tentang alasan pemilihan judul dan pentingnya judul skripsi dan diuraikan pokok-pokok pikiran beserta data pendukung tentang pentingnya judul yang dipilih. Perumusan masalah adalah uraian tentang masalah yang diteliti, dapat berupa pernyataan dan pertanyaan. Tujuan penelitian berisi tujuan spesifik yang ingin dicapai melalui kegiatan penelitian. Manfaat penelitian berisi uraian tentang manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian bagi pihak-pihak yang berkepentingan. Batasan masalah berisi tentang batasan-batasan dari pembahasan masalah yang akan diteliti. Sistematika penulisan berisi susunan tata hubungan bagian skripsi yang satu dengan bagian skripsi yang lain dalam satu runtutan pikir.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini terdiri dari tinjauan pustaka, kerangka pikir penelitian dan definisi operasional. Tinjauan pustaka berisi teori-teori atau pemikiran-pemikiran serta konsep-konsep yang melandasi judul penelitian. Kerangka pikir penelitian merupakan pemaparan penelitian kerangka berfikir atau pentahapan pemikiran

secara kronologis dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman teori dan konsep. Definisi operasional adalah definisi praktis atau operasional dan bukan definisi teoritis tentang variabel atau istilah lain dalam penelitian yang dipandang penting.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini terdiri dari jenis metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, jenis data, metode pengumpulan data dan teknik analisis data. Jenis metode penelitian menjelaskan cara utama yang digunakan peneliti untuk mencapai tujuan dan menentukan jawaban atas masalah yang diajukan. Waktu dan tempat penelitian menerangkan lokasi dan waktu dimana dan kapan penelitian dilakukan. Jenis data menerangkan data berdasarkan sumbernya. Metode pengumpulan data merupakan cara yang dipergunakan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan. Teknik analisis data berisi mengenai alat dan cara analisis data yang digunakan dan pemilihan alat dan cara analisis harus konsisten dengan tujuan penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN MASALAH

Pada bab ini terdiri dari gambaran umum obyek penelitian, analisis hasil penelitian dan pembahasan masalah. Gambaran umum obyek penelitian adalah gambaran umum mengenai suatu

obyek yang diteliti. Analisis hasil penelitian merupakan bagian inti dari skripsi dan berisi pembahasan mengenai hasil-hasil penelitian yang diperoleh. Pembahasan masalah mengungkapkan berbagai penyelesaian dari masalah-masalah yang ditetapkan sebelumnya. Pembahasan masalah memberikan jawaban terhadap masalah yang akhirnya akan mengarahkan kepada kesimpulan yang akan diambil.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran. Simpulan adalah hasil pemikiran deduktif dari hasil penelitian tersebut. Pemaparan kesimpulan dilakukan secara kronologis, jelas dan singkat, bukan merupakan pengulangan dari bagian pembahasan hasil pada bab IV. Saran merupakan sumbangan pemikiran peneliti sebagai alternatif terhadap upaya pemecahan masalah.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Berdasarkan sistematika penelitian, pada bab ini akan diuraikan landasan teori yang berkaitan dengan judul skripsi “ Analisis masuknya bahan bakar ke dalam system air tawar pengisian *boiler* di Mv. Kt 05 ”. Teori tersebut meliputi teori dasar *ketel uap/boiler*, pengertian *boiler*, pengertian perjalanan/*sirkulasi boiler*, mekanisme kerja sirkulasi *boiler*, bagian-bagian dari *sirkulasi boiler*, pemeriksaan ketel uap pada saat beroperasi.

1. Pengertian-pengertian *boiler*, sistem pemanas bahan bakar dan sistem pengisian air tawar
 - a. *Boiler*

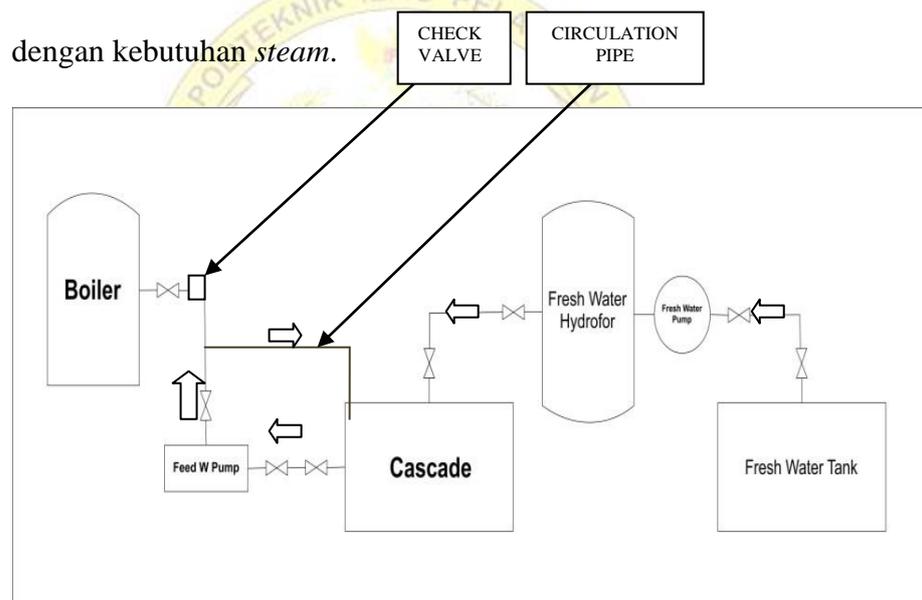
Menurut Pratikto (2008-1) *Boiler* adalah suatu bejana tertutup yang berfungsi untuk merubah bentuk air menjadi uap. *Boiler* adalah alat penukar kalor yang harus memenuhi syarat primer yaitu *Boiler* harus dapat menyediakan sebanyak mungkin uap dengan tekanan dan suhu tertentu yang telah ditentukan dan dalam penggunaan bahan bakar harus bisa serendah mungkin.

Menurut Handoyo (2014-15) *Boiler* adalah sebuah bejana tertutup pembentuk uap dengan tekanan lebih besar dari 1 (satu) atmosfer atau 1 (satu) bar. Dengan cara memanaskan air di dalam tabung tertutup oleh gas-gas panas yang dihasilkan dari pembakaran

dari 1 atmosfer dari uap yang di hasilkan akan berfungsi sebagai pemanas air, pemanas bahan bakar. setelah uap digunakan untuk pemanas, uap akan masuk ke kondensor untuk dirubah menjadi air dengan cara uap yang di hasilkan *boiler* didinginkan oleh air laut di dalam kondensor air tawar tersebut dimasukan kedalam *cascade tank* untuk di transfer kembali ke dalam *drum boiler*.

a. Sistem pengisian air *boiler*

Dikutip Annes Niwa (2014) sistem pengisian air tawar pada *boiler* adalah sebagai penyedia air untuk *boiler* secara otomatis sesuai dengan kebutuhan *steam*.



Gambar 2.1 Sistem pengisian air tawar *boiler*

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

b. *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.

- c. *Fresh water pump* adalah suatu alat yang di gunakan untuk memindahkan cairan/fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan cara menghisap dan menaikkan tekanan cairan.
 - d. *Fresh water hydrophore* adalah suatu alat yang di gunakan untuk memindahkan cairan/fluida dengan menaikkan tekanan dengan cara menambahkan udara pada *hydrophore tank* sehingga air menjadi bertekanan.
 - e. *Cascade tank* adalah untuk menampung air tawar pengisian *boiler* ketika air pada *boiler* berkurang maka air di dalam *cascade* di transfer ke *drum boiler*.
 - f. *Feed water pump* adalah suatu pompa yang di gunakan untuk memindahkan cairan/fluida dari *cascade* menuju *drum boiler*.
 - g. *Boiler* adalah bejana yang merubah air menjadi uap dengan cara memanaskan air di dalam bejana dengan membakar bahan bakar.
- b. Perawatan air ketel/*boiler*

Ditulis Jusak (2015:123) perawatan air ketel uap/*boiler* sangat diperlukan untuk mempertahankan kondisi pipa-pipa air (ketel pipa air) tetap terawat dengan baik. Kerak (*scale*) yang melekat di bagian dalam pipa-pipa air mengakibatkan penebalan pipa-pipa air sehingga pembakaran di dalam dapur harus dinaikkan untuk menghasilkan produksi uap. Peningkatan panas tersebut juga tidak akan meningkatkan hasil produksi, bahkan mengakibatkan “*overheat*” terhadap pipa-pipa ketel tersebut.

Maka dari itu air pengisi *boiler* sangat vital sekali terhadap kondisi dalam *boiler*, seperti terhadap sifat kekerasannya atau kandungan keasaman, dan beberapa bahan yang dapat tercampur dengan air pengisi *boiler* seperti berikut:

- 1). Jenis bikarbonat : kalsium, magnesium.
- 2). Jenis sulfat dan klorida : kalsium klorida, magnesium klorida.
- 3). Garam dapur : natrium klorida.
- 4). Gas-gas.
- 5). Bahan-bahan organis.

Adanya bahan-bahan dalam kandungan air *boiler* yang umumnya tidak sesuai menimbulkan:

- 1) Kerak/*scale* didalam *boiler*

Ditulis Wita (2016) Terbentuknya kerak/*scale* pada dinding *boiler* terjadi akibat adanya mineral-mineral pembentuk kerak, misalnya ion-ion kesadahan seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} dan akibat pengaruh gas penguapan. Di samping itu pula dapat disebabkan oleh mekanisme pemekatan di dalam *boiler* karena adanya pemasanan. Jenis-jenis kerak yang umum dalam *boiler* adalah kalsium sulfat, senyawa silikat dan karbonat. Zat-zat dapat membentuk kerak yang keras dan padat sehingga bila lama penanganannya akan sulit sekali untuk dihilangkan. Silika diendapkan bersama dengan kalsium dan magnesium sehingga membuat kerak semakin keras dan semakin sulit untuk dihilangkan.

2) Korosi

Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Dalam bahasa sehari-hari, korosi disebut perkaratan. Contoh korosi yang paling lazim adalah perkaratan besi. Pada peristiwa korosi, logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. Karat logam umumnya adalah berupa oksida atau karbonat. Rumus kimia karat besi adalah $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, suatu zat padat yang berwarna coklat-merah.

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 boleh mengakibatkan endapan keras dan melekat.
- 2). Jenis garam yang masih ikut harus dijaga pada kadar yang rendah.
- 3). Tidak boleh ada gas-gas yang mengakibatkan korosi.
- 4). Nilai pH dari air tidak boleh pada tingkat yang agresif pada baja.

Untuk menghilangkan kandungan yang merugikan pada air pengisi *boiler* maka diadakan pengetesan dengan standar normalnya sebagai berikut :

Tabel 2.1 Kandungan normal air *boiler*

	<i>Feed water</i>	<i>Boiler water</i>
Wujud	Bersih dari jelaga	-
Kekerasan	< 0,2 ° dH	-
Kandungan <i>chloride</i> Cl ⁻	Max. 100 PPM	Max. 300 PPM
Alkanity P	-	100 - 150
pH- <i>valve</i> pada 25°C	7 – 9	10.5 – 11.0
Kelebihan <i>Hydrazine</i>	-	0,2 – 0,5 PPM
Kelebihan <i>Phospate</i>	-	20 – 40 PPM
Spesifik graviti pada 20°C	-	Max. 0.5 °
Kandungan O ₂	0	Max. 0.005 ml/l

Sumber : *Instruction Manual Book MV*. Pan Global (2012)

Untuk mempertahankan kelancaran suatu pesawat agar dapat beroperasi dan bekerja secara maksimal dan optimal maka diperlukan perawatan secara rutin dan teratur. Pentingnya perawatan sangat menunjang kelancaran pengoperasian suatu pesawat, dalam hal ini khususnya *boiler*. *Boiler* disini berpengaruh sekali terhadap kelancaran pengoperasian suatu kapal. Pada sebuah *boiler* peran air sangat penting sekali maka perlu diadakan perawatan secara berkesenambungan pada suatu kapal. Untuk itulah peningkatan perawatan pesawat *boiler* perlu mendapat perhatian yang khusus bagi seorang masinis, terutama oleh masinis yang bertanggung jawab atas *boiler*.

Maka di atas kapal perlu diadakan penjadwalan terencana supaya kegiatan kerja terprogram. Apapun contoh aktivitas dikapal khususnya dikamar mesin:

- 1). Dilakukan penggantian air (*blow down*), bila kadar tertentu melebihi standar.
- 2). Diadakan pengetesan air setiap satu minggu sekali.
- 3). Dilakukan penambahan *chemical* pada tangki *cascade* menurut hasil pengetesan, guna menambah pH sampai standar.
- 4). Diadakan penceratan pada hasil produksi uap. Jadwal perawatan harus dilaksanakan secara rutin dan teratur untuk mempertahankan usia ketel dapat memproduksi uap secara maksimal.

2. Uap/steam

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

Dikutip Jusak (2015:147) mengungkapkan bahwa uap yang diproduksi dalam ketel uap dapat dibedakan dalam beberapa jenis, sesuai kebutuhan untuk menjalankan pesawat uap, yaitu:

a. Uap basah (uap yang mengandung butiran air)

Uap basah ialah uap yang masih mengandung butir-butir air, yaitu uap yang baru pertama kali dihasilkan dari penguapan dan masih berhubungan langsung dengan air atau uap yang keluar dari *drum* uap (ketel pipa air) dan uap yang keluar langsung dari ketel pipa api. Uap basah ini mengandung air dan masih bertekanan rendah (12-16 kg/cm²) dengan suhu (160-200°C) sehingga tidak sesuai jika dipergunakan untuk menjalankan turbin uap penggerak utama kapal. Umumnya dikapal untuk menjalankan pesawat-pesawat bantu.

b. Uap jenuh (uap yang sangat sedikit mengandung air)

Uap jenuh (uap kenyang) ialah uap yang tidak mengandung air yang mempunyai tekanan tertinggi pada suhu tertentu. Uap jenuh juga merupakan hasil dari uap basah yang dipanaskan lagi atau dapat juga melalui alat pemanas uap pertama (*superheater*) sampai menciptakan tekanan (<20 kg/cm²) dan suhu tertentu (<suhu 240° C). Uap jenuh ini dapat dipergunakan sebagai tenaga pendorong turbin uap bertekanan rendah. Uap jenuh dapat dihasilkan dari ketel uap pipa air dan ketel uap pipa api yang dipanaskan lagi.

c. Uap panas lanjut (uap kering)

Uap panas lanjut (uap kering) ialah uap yang suhunya lebih tinggi dari uap jenuh pada tekanan yang sama. Uap kering ini merupakan hasil dari uap kenyang yang dipanaskan lagi melalui alat pemanas uap (*superheater-2*) kedua atau ketiga, sampai mencapai tekanan (20-40 kg/cm²) dan suhu tertentu (240°C-400°C) atau yang

diinginkan. Uap panas lanjut umumnya dihasilkan dari ketel-ketel pipa air, dimana gas pembakaran yang keluar dari dapur pembakaran masih mampu untuk memanaskan uap pertama dan kedua atau ketel-ketel uap yang dilengkapi dengan *superheater* 1 dan 2 sehingga dapat menghasilkan uap kering yang bertekanan tinggi dengan suhu yang tinggi pula. Uap panas lanjut inilah yang sangat baik untuk dipergunakan menggerakkan turbin uap sebagai motor penggerak utama kapal.

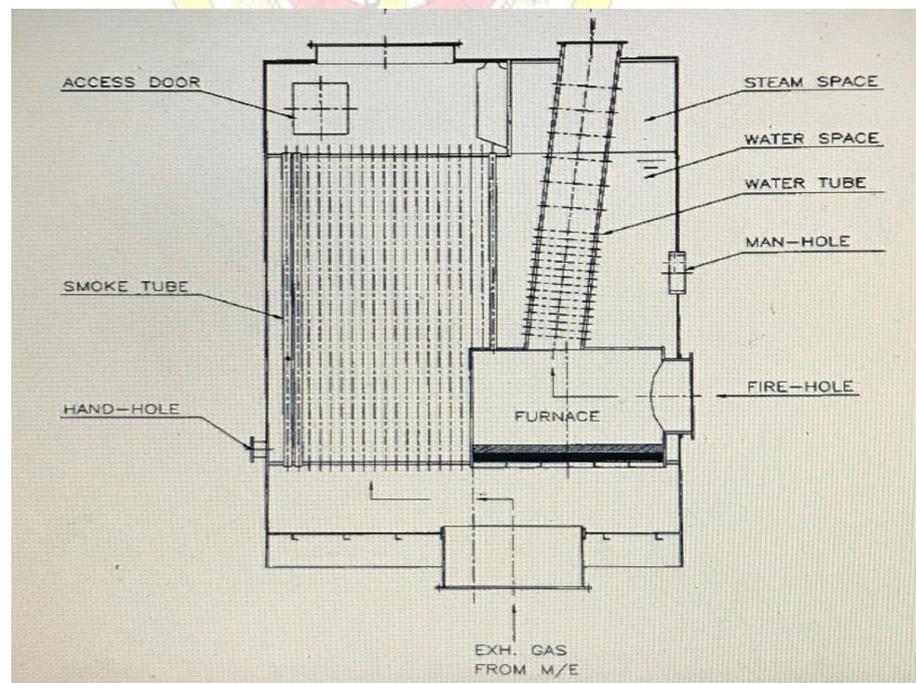
3. *Economizer*

a. Pengertian *economizer*

Dikutip oleh Jusak (2015:48), *exhaust gas economizer* adalah alat bantu yang membuat sistim bekerja lebih hemat dan lebih efisien, karena panas gas pembakaran yang seharusnya terbuang masih dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air ketel atau pengisian ketel sehingga *economizer* ini mampu meningkatkan hasil guna yang lebih optimal. Dalam *economizer* adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan uap dengan menggunakan limbah panas dari *casing* keluaran gas buang mesin utama (*main engine*) dan dianggap sebagai peralatan regeneratif panas limbah. *Economizer* terbagi menjadi dua, yaitu jenis horisontal dan vertikal. *economizer* jenis horisontal digunakan untuk mendukung permesinan bantu terutama *aux. turbin generator* yang membutuhkan uap sebagai bahan bakar. Dibandingkan dengan jenis vertikal ukurannya lebih besar dan produksi uap lebih banyak. *Economizer* jenis vertikal digunakan untuk menghasilkan uap

pada saat *voyage* hanya untuk mendukung permesinan bantu (kecuali *aux. turbin generator*) karena bentuknya yang kecil sehingga tidak membutuhkan banyak tempat. Ada pula pipa-pipa *economizer* yang diberi rusuk-rusuk dengan maksud memperluas bidang persinggungan antara gas asap dengan dinding pipa yang telah diperluas.

Pada tipe *composite boiler*, *economizer* berada dalam satu tabung dan memiliki sistem pengisian air yang sama, *burner* yang menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan panas untuk produksi uap dan *economizer* yang menggunakan sisa gas buang mesin induk untuk media pemanas bekerja bergantian pada saat kapal di pelabuhan dan pada saat kapal dalam kondisi *voyage*, dapat juga keduanya bekerja bersamaan pada saat kapal dalam kondisi *voyage* untuk memenuhi tekanan uap.



Gambar 2.2 *Exhaust gas economizer* serta *composite boiler*

MV. Pan Global menggunakan *economizer* jenis *vertical smoke tube*. *Economizer* ini terpisah dengan *furnace burner* oleh plat yang tergabung dalam satu tabung *composite boiler*. *Economizer* jenis *vertical smoke tube* ini memproduksi uap dengan air ditempat yang sama dengan menggunakan *burner*. *Economizer* memiliki dua lubang inspeksi untuk melakukan pengecekan dan pembersihan perawatan seperlunya pada bagian samping atas dan bawah. *Casing* ditutupi dengan isolator panas. Saluran sirkulasi untuk air umpan disediakan dari *cascade tank* menuju ke *composite boiler drum* yang jadi satu dengan *economizer*. Dua unit pompa sirkulasi *boiler* terhubung, satu seperti di *unit* operasi dan yang lainnya sebagai *unit stand by*. Uap yang sesuai dengan prosedur operasional yang ada di kapal MV. Pan Global.

b. Prosedur pengoperasian *economizer*

Saran operasi ini tidak menjadi prosedur yang komprehensif. Instruksi pabrikan yang sebenarnya digabungkan dengan pengalaman praktis *on-board* akan menentukan urutan aktual yang harus diikuti mulai beroperasi pada saat mesin utama (mesin *diesel*) digunakan. Persiapan diperlukan sebelum mesin utama digunakan untuk *manouvering* pada jalur laut dan pada saat mesin akan dihasilkan

dipisahkan oleh *drum* uap dan dipasok langsung ke peralatan-peralatan yang *stop engine*/dimatikan sebagai berikut:

1) Operasi *start-up*

Proses produksi uap pada saat dipelabuhan menggunakan *burner*, kemudian saat mesin induk memiliki beban penuh pada saat kapal berangkat, maka panas dari gas buang mesin induk digunakan untuk media pemanas sebagai ganti dari *burner*, maka setelah itu dalam kondisi otomatis maka *burner* akan berhenti bekerja karena adanya *limit switch sensor*. Setelah itu aliran gas buang dari mesin induk akan melewati *economizer side*. Langkah-langkah yang harus dilakukan bersamaan untuk kelancaran operasi *economizer* adalah:

- a) Cerat katup ventilasi udara untuk mengetahui produksi uap dalam keadaan normal, kemudian buka katup pengisap pompa suplai *boiler* (biasanya sudah dalam kondisi terbuka sama seperti pada saat pengoperasian *burner*)
- b) Pastikan *drain valve economizer* ditutup. *Start* pompa suplai *boiler* dan secara bertahap membuka katup pengiriman sampai terbuka penuh. Tunggu sampai menyemburkan uap pada ventilasi udara *economizer* kemudian tutup katup ventilasi udara.
- c) Jika pemisah *drum* uap tidak berada di bawah tekanan, buka katup ventilasi udara (*atmospheric valve*) dan operasikan mesin

utama. Tutup katup ventilasi udara dari *separator drum* saat tekanan uap melebihi $\pm 0,1$ Mpa.

d) Saat mesin utama sudah berjalan dan pembangkit uap bertambah, buka katup *outlet* uap dari pemisah uap secara bertahap untuk menghindari *water hammer* dalam sistem perpipaan.

2) Operasi *stopping*

Operasi *economizer* berhenti saat mesin utama berhenti beroperasi atau saat *manouvering departure/arrival* dan tidak ada *exhaust gas* yang melalui *vertical tube*. Dalam kasus normal, pompa suplai *boiler* tidak perlu dihentikan operasinya. Pompa suplai *boiler* yang beredar seharusnya berhenti, seperti pada saat melakukan perawatan dan dalam keadaan yang tidak dapat dihindari. Berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan pada saat operasi *stopping economizer*:

- a) Memastikan pengoperasian pompa suplai *boiler* dalam keadaan normal untuk persiapan pemindahan media pemanas produksi uap dari *economizer* ke *burner* yang menggunakan bahan bakar.
- b) Membuka *soot drain valve*/katup cerat *economizer* menuju *soot drain tank* untuk mencegah kotoran mengendap di pipa gas buang mesin induk.

- c) Memulai pengoperasian *boiler burner* untuk memproduksi uap bertekanan sesuai kebutuhan di atas kapal.

c. 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 yaitu suatu peralatan mekanis yang digunakan untuk pembersih bagian ketel seperti pada *economizer* dari endapan-endapan abu yang lengket pada pipa-pipa *economizer*. *Soot blow valve* membuang sisa debu *carbon/soot* melalui bagian bawah *economizer*. Kotoran akan dibuang menuju tangki pembuangan/*soot drain tank*. *Shoot blow valve* juga mencegah terjadinya penyumbatan gas asap yang lewat.

2) *Access hole*

Membantu dan menjaga agar *economizer* tetap dalam kondisi baik. Maka *ekonomizer* dilengkapi dengan *Access hole* untuk masuknya manusia dalam proses perawatan dan perbaikan

economizer. *Economizer* adalah alat pemindah panas berbentuk tubular yang digunakan untuk memanaskan air umpan *boiler drum*. Panas mengalir dari fluida panas (gas buang) menuju fluida dingin (air umpan *boiler*).

3) *Hand hole*

Hand hole berfungsi untuk mengetahui jumlah endapan karbon atau kotoran dalam *economizer*. Hal itu diperlukan untuk mencegah kurang maksimalnya perpindahan panas akibat banyaknya kotoran yang tidak terpantau.

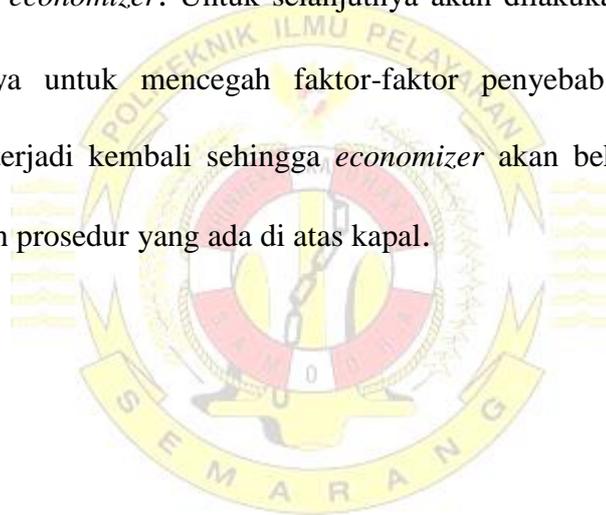
4) *Smoke tube*

Smoke tube/pipa asap berfungsi untuk laju aliran gas buang mesin induk dalam *economizer*. Pipa pipa vertikal tersebut dibutuhkan agar panas dari gas buang mesin induk dapat berfungsi maksimal sebagai media pemanas dalam produksi uap saat *economizer* bekerja.

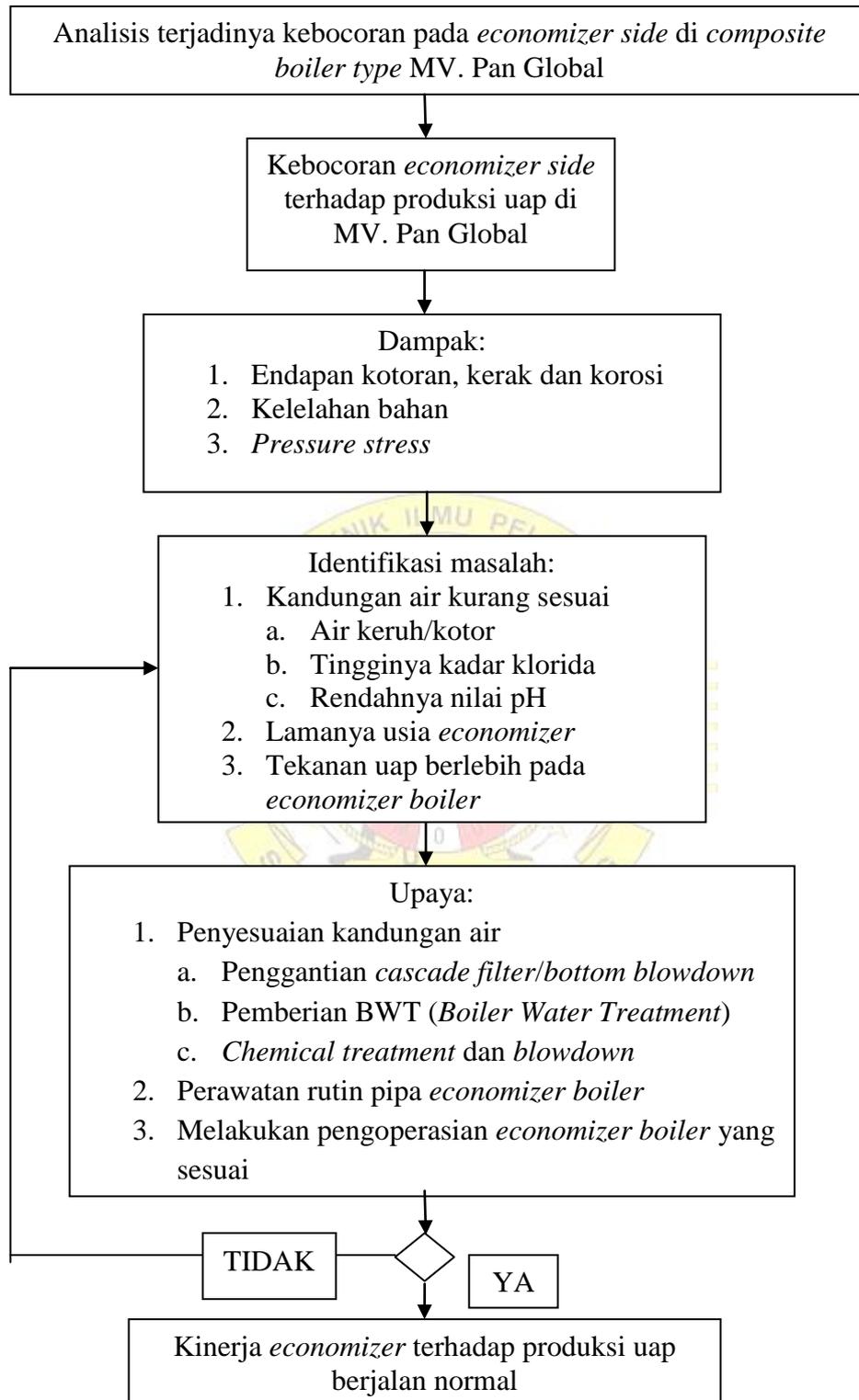
B. Kerangka Pikir Penelitian

Untuk mempermudah pembahasan dan pemahaman dalam skripsi ini, maka pengamat dapat menjabarkan penjelasan secara singkat dalam kerangka pemikiran yaitu mengenai latar belakang penelitian yang menjadi alasan dilakukannya penelitian serta pemilihan judul skripsi, dari latar belakang tersebut pengamat dapat mengetahui bagaimana kebocoran pada *economizer side* di MV. Pan Global.

Berdasarkan kerangka pikir yang peneliti buat, dapat dijelaskan berawal dari topik yang akan dibahas yaitu analisis terjadinya kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type MV. Pan Global*, hal ini menyebabkan adanya faktor-faktor penyebab dari kejadian tersebut. Dari faktor tersebut akan diketahui dampak dari faktor-faktor penyebab kebocoran. Untuk mencegah dan menanggulangi masalah kebocoran maka dilakukan pendekatan pada bagaimana cara pengoperasian serta cara perawatan secara berkala pada *economizer*. Untuk selanjutnya akan dilakukan tindakan sesuai dengan upaya untuk mencegah faktor-faktor penyebab kebocoran pada *economizer* terjadi kembali sehingga *economizer* akan bekerja dengan baik sesuai dengan prosedur yang ada di atas kapal.



Kerangka pikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Kerangka pikir

C. Definisi Operasional

Berdasarkan penelitian ini terdapat istilah yang digunakan sebagai berikut:

1. *Auxiliary engine turbo generator* adalah kombinasi turbin yang langsung terhubung ke generator listrik untuk pembangkit tenaga listrik.
2. *Auxiliary engine diesel generator* adalah kombinasi mesin diesel dengan generator listrik (*alternator*) untuk menghasilkan energi listrik.
3. *Auxiliary boiler* adalah bejana bantu tertutup dimana air atau cairan lainnya dipanaskan.
4. *Soot blow* adalah alat yang berfungsi untuk membersihkan jelaga yang terakumulasi di sudut luar pipa *economizer*.
5. *Main engine* adalah mesin yang digunakan sebagai penggerak utama di atas kapal yang dapat menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kapal.
6. *Man holes* adalah bagian dari *economizer* yang berfungsi sebagai lubang masuk inspeksi bagian dalam *economizer*.
7. *Smoke tube* adalah bagian dari *economizer* yang berfungsi sebagai pipa laju aliran gas buang media pemanas pada saat produksi uap.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya tentang analisis penyebab terjadinya kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor penyebab terjadinya kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global adalah kondisi air yang keruh/kotor, tingginya kandungan *chloride*/klorida, rendahnya nilai pH dalam kandungan air *economizer boiler*, lamanya usia pipa *economizer* dan tekanan uap berlebih pada *economizer boiler*.
2. Dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab terjadinya kebocoran pada *economizer side* di *composite boiler type* MV. Pan Global 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 pada *economizer side* di *composite boiler type* Mv. Pan Global yaitu dengan melakukan penggantian *cascade filter*, pemberian

4. cairan *BWT (Boiler Water Treatment)* pada air *boiler*, penambahan cairan natrium hidroksida/ basa logam kaustik untuk menaikkan nilai pH, melakukan *blowdown* sesuai jadwal, melakukan perawatan pipa *economizer boiler*, 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 type MV*. Pan Global, 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 pada *economizer side* di *composite boiler type MV*. Pan Global.
3. Sebaiknya dalam pengoperasian dan perawatan *economizer boiler* masinis menyesuaikan dengan *instruction manual book* agar proses produksi uap dapat berlangsung maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

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.

Murni, 2016, *Buku Ajar Ketel Uap*, Universitas Negeri Diponegoro, Semarang.

Nasution, 2002, *Metode Research : Penelitian ilmiah*, Jakarta, PT.Bumi Aksara.

Nazir, 2005, *Metode Penelitian*, Glialia Indonesia, Bogor.

Pratikto, 2008, *Ketel Uap Pipa Air Boiler Drum*, CV. Asrori, Malang.

Sugiyono, 2009, *Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*, Bandung, 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)*. [internet]. [diunduh 2019 Mar 11]; Tersedia pada: <http://annesniwa.blogspot.com/2014/09/pengolahan-air-untuk-boiler-ketel-uap.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/scaling-pada-boiler/>

LAMPIRAN 1

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

Teknik : Wawancara
Penulis/*Engine Cadet* : Arif Budi Utama
Masinis 1/*First Engineer* : Joike Jefri Jonny Tambani
Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 26 Mei 2018

- 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 1

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

Teknik : Wawancara
Penulis/*Engine Cadet* : Arif Budi Utama
Masinis 1/*First Engineer* : Joike Jefri Jonny Tambani
Tempat, Tanggal : *Engine Control Room, 27 Mei 2018*

- Penulis : Selamat pagi *bass* (“*bass*” panggilan untuk masinis di kapal).
- Masinis 1 : Iya, selamat pagi det.
- Penulis : Mohon izin bertanya *bass* apakah benar kalau lamanya usia pipa *economizer* itu juga bisa jadi penyebab kebocoran *economizer* ?
- Masinis 1 : 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 1 : 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 1 : 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 1 : Sama sama det, kalau ada yang kurang paham ditanyakan saja.
- Penulis : Siap *bass*.

LAMPIRAN 1

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

Teknik : Wawancara
Penulis/*Engine Cadet* : Arif Budi Utama
Masinis 1/*First Engineer* : Joike Jefri Jonny Tambani
Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 29 Mei 2018

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.



Gambar lampiran 1 : proses *plugging economizer tube*



Gambar lampiran 2 : *plug economizer*

IMO CREW LIST

				Page No.	1/1
		<input checked="" type="checkbox"/> Arrival	<input type="checkbox"/> Departure		
1.1 Name of ship PAN GLOBAL		2. Next port SAMARINDA, INDONESIA		3. Date JULY 2018	
1.2 IMO number 9625853					
1.3 Call sign 3ETU2					
4. Flag state of ship PANAMA		5. Last port of call HADONG, S. KOREA		6. Nature and No. of identity document (Passport) & EXP. Date	
7. No.	8. Family names, given names	9. Seaman's book No & exp. Date	10. Rank/ Nationality & SEX	11. Date and place of birth & Embarkation date / place	
1	KIM DONGWHANE	BS135-02030 UNLIMITED	MASTER/ S. KOREA MALE	08-AUG-1960 / S. KOREA 04-JUN-2018 / S. KOREA M37904029 17TH JAN 2028	
2	SURYA GANDHI	E065491 28TH MAR 2021	C/O / INDONESIA MALE	09-JUL-1986 / INDONESIA 19-MAY-2018 / INDONESIA C0275052 12TH APR 2023	
3	ARYA NUGRAHA	B067158 03RD JUN 2020	2/O / INDONESIA MALE	07-MAY-1993 / INDONESIA 11-FEB-2018 / INDONESIA B8593641 15TH DEC 2022	
4	KIVLAN ALJECHIN RUZSKY	D060634 22ND APR 2020	3/O / INDONESIA MALE	01-FEB-1996 / INDONESIA 28-OCT-2017 / INDONESIA B8298537 16TH OCT 2022	
5	MOON SEONGHO	BS925-47041 UNLIMITED	C/E / S. KOREA MALE	18-JUN-1966 / S. KOREA 05-JUL-2018 / S. KOREA M36819251 25TH JUN 2028	
6	JOIKE JEFRI JONNY TAMBANI	E140291 22ND DEC 2019	1/E / INDONESIA MALE	12-JAN-1976 / INDONESIA 11-FEB-2018 / INDONESIA B2070694 14TH SEP 2020	
7	DADANG SUPRIADI	E141432 13TH JAN 2020	2/E / INDONESIA MALE	07-APR-1976 / INDONESIA 03-DEC-2017 / INDONESIA B6065083 27TH JAN 2022	
8	AHMAD ZAKARIA	D060737 22ND APR 2020	3/E / INDONESIA MALE	19-SEP-1994 / INDONESIA 19-MAY-2018 / INDONESIA B0912932 17TH APR 2020	
9	ABDUL GANI	B019626 19TH NOV 2019	BSN / INDONESIA MALE	09-AUG-1961 / INDONESIA 28-SEP-2017 / INDONESIA B0354530 16TH JAN 2020	
10	PURWANTO	E078895 17TH MAY 2019	AB / INDONESIA MALE	10-APR-1972 / INDONESIA 01-OCT-2017 / INDONESIA B7609048 24TH JUL 2022	
11	EDO MULIA	E074172 23RD MAR 2019	AB / INDONESIA MALE	18-FEB-1974 / INDONESIA 03-DEC-2017 / INDONESIA A9578424 13TH JAN 2020	
12	WAHIDUN	E134465 01ST DEC 2019	AB / INDONESIA MALE	15-APR-1981 / INDONESIA 11-FEB-2018 / INDONESIA B2402682 20TH NOV 2020	
13	HASAN	E134940 07TH DEC 2019	OS / INDONESIA MALE	16-FEB-1974 / INDONESIA 19-MAY-2018 / INDONESIA B0235037 05TH JAN 2020	
14	ARLIS SYARIF	D019139 12TH NOV 2019	NO.1OLR / INDONESIA MALE	13-OCT-1973 / INDONESIA 19-MAY-2018 / INDONESIA B9775614 22ND MAR 2023	
15	SOFYAN HADI	D088437 19TH JUN 2020	OLR / INDONESIA MALE	25-MAY-1980 / INDONESIA 11-FEB-2018 / INDONESIA B1663909 27TH JUL 2020	
16	ALLANDS SHEEVARD FERDINANDUS	F139889 15TH MAY 2021	OLR / INDONESIA MALE	08-AUG-1974 / INDONESIA 19-MAY-2018 / INDONESIA B3693000 22ND APR 2021	
17	SYARIFUDDIN MIRDAN	E108272 12TH AUG 2019	OLR / INDONESIA MALE	12-AUG-1976 / INDONESIA 03-DEC-2017 / INDONESIA B8177435 04TH OCT 2022	
18	ANDI ANWAR MAPPATUJU	E103657 02ND AUG 2019	WPR / INDONESIA MALE	26-SEP-1983 / INDONESIA 03-DEC-2017 / INDONESIA B8528083 10TH NOV 2022	
19	AGUS SYAIFUDIN	C031356 31ST DEC 2020	CS / INDONESIA MALE	03-SEP-1965 / INDONESIA 28-OCT-2017 / INDONESIA B3984657 10TH MAY 2021	
20	AHMAD ZAINI	E094396 22ND JUL 2019	2/CK / INDONESIA MALE	05-MAY-1976 / INDONESIA 28-OCT-2017 / INDONESIA B7904390 24TH AUG 2022	
21	MUHAMMAD GHIFFARY TRISHA PUTRA	E150027 31ST MAY 2020	D/CDT / INDONESIA MALE	07-MAY-1997 / INDONESIA 04-SEP-2017 / S. KOREA B7141496 02ND JUN 2022	
22	ESRA SEMBIRING	F003074 15TH MAR 2020	D/CDT / INDONESIA MALE	24-OCT-1997 / INDONESIA 28-SEP-2017 / INDONESIA B7163008 26TH MAY 2022	
23	ARIF BUDI UTAMA	E150025 31ST MAY 2020	E/CDT / INDONESIA MALE	20-OCT-1996 / INDONESIA 04-SEP-2017 / S. KOREA B7141643 05TH JUN 2022	
12. Date and signature by master, authorized agent or officer					
Signed					

IMO Convention on Facilitation of International Maritime Traffic

Gambar lampiran 3 : Crew list

SHIP'S PARTICULARS

1	NAME OF SHIP	PAN GLOBAL			
2	FLAG	PANAMA			
3	IMO NO. (OFFICIAL NO)	9825853 (44620-13-A)			
4	PORT OF REGISTRY	PANAMA			
5	SIGNAL LETTER	CALL SIGN - 3ETU2 / MMSI - 355 099 000			
6	KIND OF VESSEL	BULK CARRIER			
7	GROSS TONNAGE	45,055.00 MT / SUEZ 46,366.02 MT / PANAMA 39,288 MT			
8	NET TONNAGE	26,973.00 MT			
9	SUMMER DEADWEIGHT/DISPLACEMENT/DRAFT	82,765.524 MT / 96,524.20 MT / 14.500 M(MLD.)			
10	LIGHT WEIGHT / TPC	13,758.676 MT / TPC 71.9 TON			
11	L.O.A.	229.00 MTRS			
12	BREADTH (MLD)	32.24 MTRS			
13	DEPTH(MLD)	20.20 MTRS			
14	L.B.P	225.52 MTRS			
15	SUMMER FREEBOARD	5.725 MTRS			
16	MAX HEIGHT ABOVE BL	53.99 MTRS			
17	KEEL LAID/LAUNCHING/BUILT	2012.06.01 / 2012.09.12 / 2012.12.07			
18	WHERE BUILT	STX DALIAN SHIPBUILDING CO.,LTD. CHANGHINGDAO, DALIAN, CHINA			
19	MAIN ENGINE TYPE	DIESEL, STX-DALIAN ENGINE 6S60MC-C8 MCR 9659 KW X 89 RPM / NCR 8210 KW X 84.3 RPM(85% MCR)			
20	GENERATOR	STX DALIAN ENGINE STX-MAN 88W 5L23/30H(650KW) x 3 SETS			
21	SERVICE SPEED	14.10 KTS			
22	CLASSIFICATION	KR(Korean Register of Shipping)			
23	CLASS NO. DATE	5699496 / 07 DEC 2012			
24	NAME & ADDRESS OF OWNER	POS MARITIME ZA S.A. STX NAMSAM TOWER, 631, NAMDAEMUNNO 5GA, JUNGGU, SEUL, KOREA			
25	NAME OF OPERATOR	PANOCLEAN CO.,LTD. TOWER 8, 7, JONG-RO 5-GIL, JONGNO-GU, SEUL, 03157, KOREA			
26	NAME OF TECHNICAL MANAGER.	POS SM CO.,LTD. 102, JUNGANG-DAERO, JUNG-GU, BUSAN, KOREA			
27	P & I	UK P & I CLUB			
28	ACCOMMODATION	24 Persons			
29	PROPELLER	7000mm / Pitch 5355mm / Propeller Immersion 7.319M			
30	TEL/FAX/TELEX	(TEL) +82 70 7435 2122-4 (TLX) 435 569 310/311 (E-MAIL) panglobal@networkship.com			
CERTIFICATE	ISSUED	VALID	CERTIFICATE	ISSUED	VALID
DOC	27 JUN 2016	11 APR 2021	IOPP	02 FEB 2015	06 DEC 2017
SMC	01 JUN 2016	31 MAY 2021	ISPP	16 JAN 2014	06 DEC 2017
ISSC	10 JUN 2016	31 MAY 2021	IAPP	16 JAN 2014	06 DEC 2017
ITC	10 JAN 2014		ETAPP	04 JUL 2012	
ILL	16 JAN 2014	06 DEC 2017	IOPP	16 JAN 2014	06 DEC 2017
SC	02 FEB 2015	06 DEC 2017	BCLC	22 JAN 2017	20 FEB 2018
SE	14 DEC 2014	06 DEC 2017	SSCEC	09 AUG 2017	08 FEB 2018
SR	16 JAN 2014	06 DEC 2017	DOC WITH MLC	02 JUN 2016	01 JUN 2021

CAPT. KANG KYEONG SEON
MASTER OF M/V PAN GLOBAL

Gambar lampiran 4 : Ship's particular

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Arif Budi Utama
Tempat/tgl lahir : Magelang/20 Oktober 1996
NIT : 52155704. T
Alamat Asal : Jl. FX. Suhaji no.22 rt.04 rw.23
Muntilan Kab. Magelang
Agama : Islam
Pekerjaan : Taruna PIP Semarang
Status : Belum Kawin
Hobby : Rafting



Orang Tua

Nama Ayah : Susanto
Pekerjaan : Wiraswasta
Nama Ibu : Supriyati
Pekerjaan : Ibu Rumah Tangga
Alamat : Jl. FX. Suhaji no.22 rt.04 rw.23
Muntilan Kab. Magelang

Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri 1 Muntilan
2. SMP Marganingsih Muntilan
3. SMA N 1 Kota Mungkid Lulus Tahun 2014
4. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang 2015 - Sekarang

Pengalaman Prala (Praktek Laut)

Kapal : Mv. Pan Global
Perusahaan : PT. Jasindo Duta Segara
Alamat : Jl. Raya Boulevard Barat Plaza Kelapa Gading
Rukan Block C/55 Jakarta 14240, Indonesia

