



**ANALISIS PENURUNAN KERJA *SCRUBBER TOWER* PADA  
*INERT GAS SYSTEM* DI MT. PIS POLARIS**

**SKRIPSI**

**Untuk Memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

**Kevin Nevara Fahlevy**

**NIT. 572011237699**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN  
SEMARANG  
TAHUN 2024**

## HALAMAN PERSETUJUAN

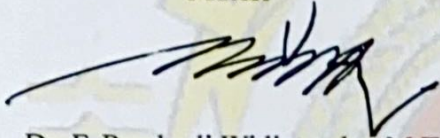
ANALISIS PENURUNAN KERJA *SCRUBBER TOWER* PADA *INERT GAS SYSTEM* DI  
MT. PIS POLARIS

DISUSUN OLEH:

KEVIN NEVARA FAHLEVY  
NIT. 572011237699 T

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

Dosen Pembimbing I  
Materi



Dr. F. Pambudi Widiatmaka, M.T.

Pembina (IV/a)

NIP. 19641126 199903 1 002

Dosen Pembimbing II  
Metodelogi dan Penulisan



IR. Fitri Kensiwi, M.Pd.

Pembina (IV/a)

NIP. 19660702 199203 2 009

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknika



Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar.E

Penata Tingkat I (III/d)

NIP. 19730331 200604 1 001

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “ANALISIS PENURUNAN KERJA *SCRUBBER TOWER* PADA *INERT GAS SYSTEM* DI MT. PIS POLARIS” karya:

Nama : KEVIN NEVARA FAHLEVY

NIT : 572011237699 T

Program Studi : TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Program Studi Teknika, Politeknik

Ilmu Pelayaran Semarang pada hari tanggal 2024.

Semarang,

### PENGUJI

Penguji I : **Dr. DWI PRASETYO, M.M., M.MAR.E.**  
Penata Tingkat I (III/d)  
NIP. 19741209 199808 1 001

Penguji II : **Dr. F. PAMBUDI WIDIATMAKA, S.T., M.T.**  
Pembina Tingkat I (IV/a)  
NIP. 19641126 199903 1 002

Penguji III : **MOH. ZAENAL ARIFIN, S.SiT., M.M.**  
Penata (III/c)  
NIP. 19760309 201012 1 002

Mengetahui,  
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran  
Semarang

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

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : KEVIN NEVARA FAHLEVY

NIT : 572011237699 T

Program Studi : Teknika

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, 08 Juli 2024  
Yang membuat pernyataan,



**KEVIN NEVARA FAHLEVY**  
NIT. 572011237699 T

## MOTO DAN PERSEMBAHAN

1. Selesaikan apa yang sudah kamu mulai.
2. Setiap orang memiliki jalan ceritanya masing-masing, maka jangan iri terhadap pencapaian yang dimiliki oleh orang lain.
3. Usaha tanpa doa adalah kesombongan, doa tanpa usaha adalah sia-sia.

### Persembahan:

1. Kepada kedua orang tua saya tercinta, Bapak Agil Sugiono dan Ibu Millianty Dewi yang selalu mendukung serta mendoakan saya selama melaksanakan pendidikan di PIP Semarang.
2. Kepada Bapak F. Pambudi Widiatmaka serta Ibu Fitri Kensiwi selaku dosen pembimbing satu dan dua yang turut membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Kepada sahabat dan rekan saya angkatan LVII.

## PRAKATA

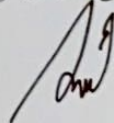
Alhamdulillah segala puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Penurunan Kerja *Scrubber Tower* pada *Inert Gas System* di MT. PIS Polaris” yang telah diselesaikan oleh peneliti berdasarkan data-data yang peneliti peroleh dari hasil penelitian selama satu tahun dua hari di perusahaan *Bernhard Schulte Shipmanagement*.

Dalam penyelesaian penulisan skripsi ini, peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta bantuan yang membantu peneliti menyelesaikan penulisan skripsi, maka dari itu peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Capt. Sukirno, M.M. Tr., M.Mar, selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar.E, selaku Kepala Prodi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang .
3. Bapak Dr. F. Pambudi Widiatmaka, M.T. selaku Dosen Pembimbing Materi Penulisan Skripsi.
4. Ibu Ir. Fitri Kensiwi, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Metode Penelitian dan Penulisan Skripsi.
5. Seluruh Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah membantu dan membimbing saya.
6. Kedua orang tua saya, Bapak Agil Sugiono dan Ibu Millianty Dewi serta seluruh keluarga besar saya yang telah mendukung dan memberikan hal positif dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
7. Seluruh Staff BSM CSC Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melaksanakan praktek laut.
8. Seluruh crew kapal MT. PIS Polaris yang telah membantu dan memberikan pengalaman positif selama melaksanakan praktek laut.
9. Teman-teman saya angkatan LVII terkhusus kelas T VIII A yang memberi dukungan kepada saya untuk menyelesaikan penulisan skripsi.
10. Seluruh senior saya yang turut membantu saya dalam menyelesaikan penulisan skripsi.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati saya sebagai peneliti sekaligus penulis dalam skripsi ini menyadari masih banyak terdapat kekurangan, mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun. Penulis berharap agar penelitian ini dapat memberikan manfaat baik bagi seluruh pembaca.

Semarang, 08 Juli 2024



**Kevin Nevara Fahlevy**  
NIT. 572011237699

## ABSTRAKSI

**Fahlevy, Kevin Nevara. 2024.** “*Analisis Penurunan Kerja Scrubber Tower pada Inert Gas System di MT. PIS Polaris*”. Skripsi. Program Diploma IV, program studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. F. Pambudi Widiatmaka, M.T. Pembimbing II: Ir. Fitri Kensiwi, M.Pd.

Inert Gas System (IGS) adalah peralatan yang digunakan terutama pada kapal tanker dengan tujuan untuk mencegah ledakan dan kebakaran pada tangki kargo. Sistem ini berfungsi dengan cara memasukkan gas inert, yaitu gas yang memiliki kadar oksigen rendah, ke dalam ruang di atas kargo cair yang mudah terbakar. Terjadinya penurunan kerja scrubber tower tentunya menghambat proses penanganan kargo pada kapal tanker. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor, dampak, dan upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi penurunan kerja scrubber tower pada kapal tanker MT. PIS Polaris.

Penelitian ini menggunakan sistem penulisan deskriptif kualitatif yang dibantu dengan metode pendekatan Fishbone Analysis untuk mengetahui faktor, dampak, dan upaya yang dapat dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan manfaat secara teoritis dan praktis terkait penurunan performa scrubber tower pada sistem inert gas di kapal MT. PIS Polaris. Penurunan performa tersebut disebabkan oleh kurangnya pengetahuan kru kapal akan prosedur operasional dan perawatan, serta tingginya kandungan pasir pada air laut yang merusak komponen seperti mechanical seal, sehingga menyebabkan kebocoran dan penurunan efisiensi sistem. Efek-efek ini termasuk kerusakan gas inert, korosi pada komponen logam, dan kontaminasi kargo, yang semuanya mengakibatkan peningkatan biaya pemeliharaan dan jangka waktu yang lebih lama. Untuk menjaga kualitas operasional, perawatan rutin, pemantauan operasi secara terperinci, dan kepatuhan yang ketat terhadap prosedur manual sangat penting. Direkomendasikan agar pelatihan rutin dilakukan untuk kru kapal tentang prosedur operasi dan pemeliharaan sistem gas inert, dengan tujuan untuk menjadwalkan pemeliharaan rutin, termasuk inspeksi visual dan penggantian komponen yang aus seperti mechanical seal dan IGS Cooling Sea Water Pump, di samping penerapan langkah-langkah penanganan khusus untuk air laut berpasir, termasuk pemasangan filter tambahan dan pemantauan terus menerus untuk mengurangi risiko kerusakan dan memastikan fungsi scrubber tower yang optimal.

**Kata Kunci: Analisis, Inert Gas System, Mechanical Seal, Scrubber Tower, IGS Cooling Sea Water Pump.**

## ABSTRACT

**Fahlevy, Kevin Nevara. 2024.** *“Analisis Penurunan Kerja Scrubber Tower pada Inert Gas System di MT. PIS Polaris”*. Skripsi. Program Diploma IV, program studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. F. Pambudi Widiatmaka, M.T. Pembimbing II: Ir. Fitri Kensiwi, M.Pd.

Inert Gas System (IGS) is a piece of equipment used mainly on tankers with the aim of preventing explosions and fires in cargo tanks. This system functions by introducing inert gas, a gas that has low oxygen levels, into the space above the flammable liquid cargo. The occurrence of a decrease in the work of the scrubber tower certainly hampers the cargo handling process on the tanker. The purpose of this study is to determine the factors, impacts, and efforts that can be made to overcome the decline in work on the scrubber tower on the MT. PIS Polaris.

This research uses a qualitative descriptive writing system assisted by the Fishbone Analysis approach method to determine the factors, impacts, and efforts that can be made.

This research aims to provide theoretical and practical benefits related to the decline in tower scrubber performance in the inert gas system on board MT. PIS Polaris. The performance degradation is caused by the crew's lack of knowledge of operational and maintenance procedures, as well as the high sand content in the seawater that damages components such as mechanical seals, causing leaks and decreasing system efficiency. These effects included inert gas deterioration, corrosion of metal components, and cargo contamination, all of which resulted in increased maintenance costs and longer timeframes. To maintain operational quality, regular maintenance, detailed monitoring of operations, and strict adherence to manual procedures are essential. It is recommended that regular training be conducted for the crew on the operation and maintenance procedures of the inert gas system, with a view to scheduling regular maintenance, including visual inspection and replacement of worn components such as mechanical seals and the IGS Cooling Sea Water Pump, in addition to the implementation of special handling measures for sandy sea water, including the installation of additional filters and continuous monitoring to reduce the risk of damage and to ensure optimal scrubber tower function.

**Kata Kunci: Analysis, Inert Gas System, Mechanical Seal, Scrubber Tower, IGS Cooling Sea Water Pump.**



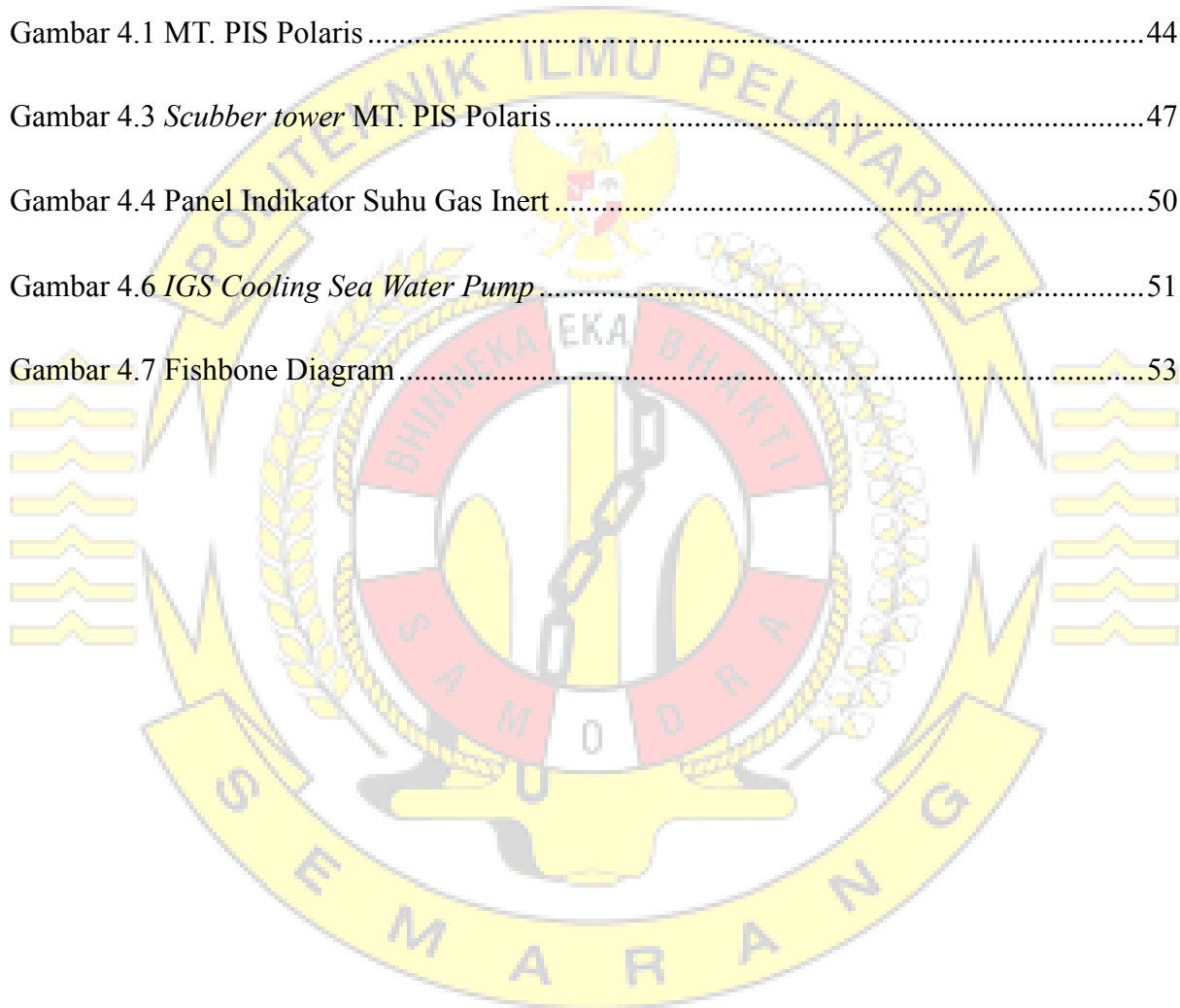
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA .....	vi
ABSTRAKSI .....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Fokus Penelitian.....	3
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II.....	6
KAJIAN TEORI .....	6
A. Deskripsi Teori.....	6
B. Kerangka Penelitian.....	18
BAB III .....	22
Metodologi Penelitian.....	22
A. Metode Penelitian .....	22

B. Tempat Penelitian.....	23
C. Sampel Sumber Data Penelitian.....	24
D. Teknik Pengumpulan Data.....	25
E. Instrumen Penelitian .....	28
F. Teknik Analisis Data Kualitatif.....	32
G. Pengujian Keabsahan Data .....	37
BAB IV .....	40
HASIL PENELITIAN.....	40
A. Gambaran Konteks Penelitian.....	40
B. Deskripsi Data.....	48
C. Temuan.....	48
D. Pembahasan Hasil Penelitian .....	51
BAB V .....	62
SIMPULAN DAN SARAN.....	62
A. Simpulan .....	62
B. Keterbatasan Penelitian.....	63
C. Saran .....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN 1.....	68
LAMPIRAN 2.....	69
LAMPIRAN 3.....	70
LAMPIRAN 5.....	80
LAMPIRAN 6.....	83
LAMPIRAN 7.....	85
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	86

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Explosive Range Diagram .....	11
Gambar 2.2 Kerangka Penelitian .....	20
Gambar 3.1 Analisis data penelitian kualitatif.....	33
Gambar 3.2 Contoh <i>Fishbone Diagram</i> .....	34
Gambar 4.1 MT. PIS Polaris .....	44
Gambar 4.3 <i>Scubber tower</i> MT. PIS Polaris.....	47
Gambar 4.4 Panel Indikator Suhu Gas Inert .....	50
Gambar 4.6 <i>IGS Cooling Sea Water Pump</i> .....	51
Gambar 4.7 <i>Fishbone Diagram</i> .....	53



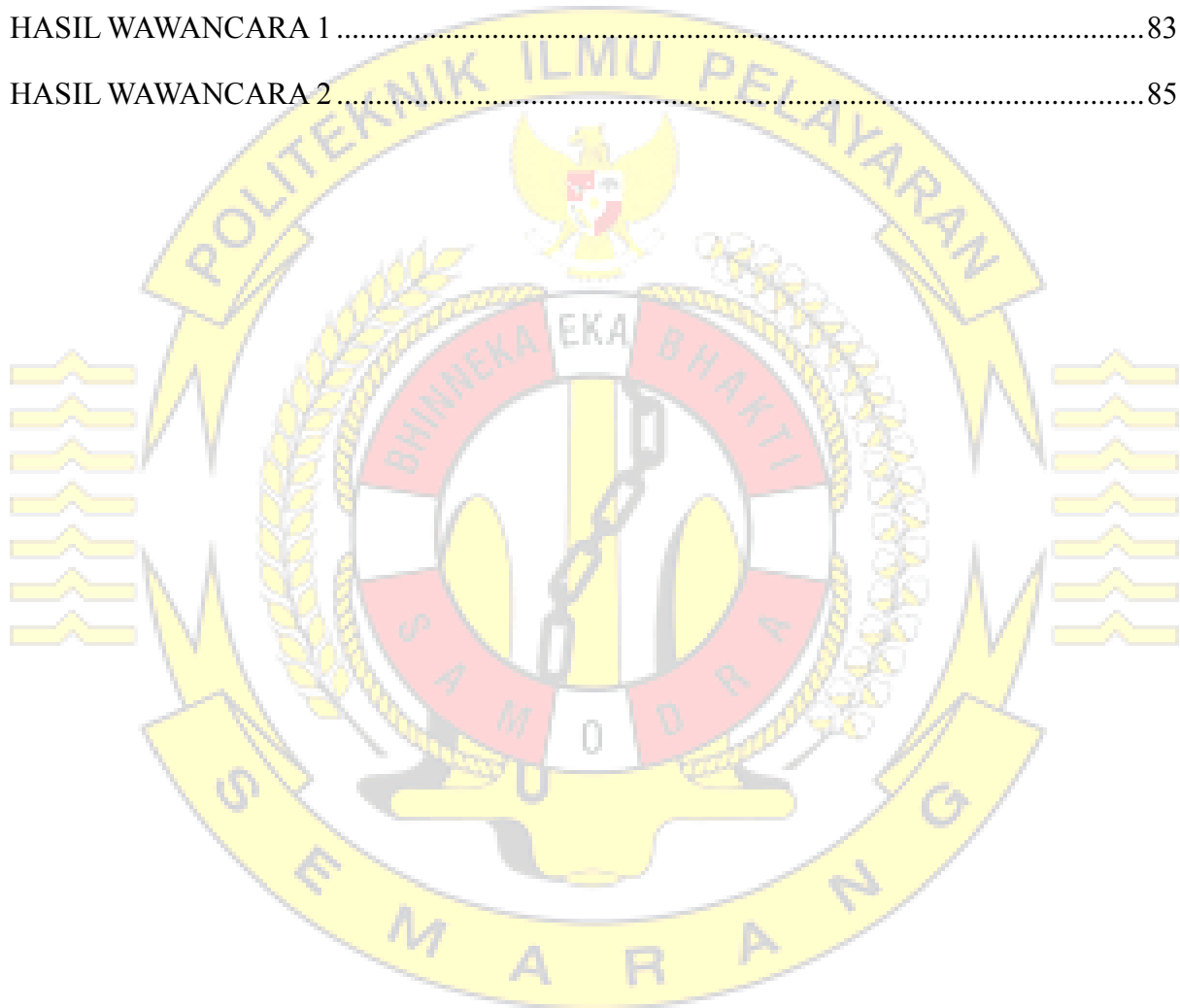
## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Ship Particular MT. PIS Polaris .....	43
Tabel 4.2 <i>Crew list</i> MT. PIS Polaris.....	44
Tabel 4.3 Spesifikasi <i>Scrubber Tower</i> .....	45
Tabel 4.3 Penjelasan faktor penyebab masalah.....	52



## DAFTAR LAMPIRAN

SHIP'S PARTICULARS MT. PIS POLARIS .....	68
CREW LIST MT. PIS POLARIS.....	69
IGS MANUAL BOOK .....	70
IGS OPERATION MANUAL .....	74
DOKUMENTASI.....	80
HASIL WAWANCARA 1 .....	83
HASIL WAWANCARA 2 .....	85



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dunia maritim mengalami perkembangan teknologi yang sangat pesat dalam berbagai hal baik dalam mengurangi pencemaran lingkungan, teknologi permesinan, maupun penanganan muatan pada kapal. Hal ini berdampak baik pada tingkat keselamatan untuk pekerja ataupun untuk muatan agar tidak rusak. Kapal tanker memiliki tingkat resiko yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis kapal yang lain jika para pekerja tidak dapat menangani muatan sesuai dengan prosedur.

Kapal tanker adalah salah satu dari jenis-jenis kapal yang mengangkut muatan cair seperti *oil product*, *chemical oil*, dan *crude oil* namun konstruksi pada tiap kapal berbeda tergantung dengan jenis muatan yang di bawa. Menurut ISGOTT (*International Safety Guide Oil for Tankers and Terminals*) (1996:XXI) kapal tanker adalah kapal yang dibangun khusus untuk mengangkut muatan curah yang berbentuk cair, termasuk muatan-muatan campuran.

Pada kapal tanker terdapat sistem yang memiliki fungsi untuk meningkatkan keselamatan pada pekerja ataupun penanganan muatan agar tidak rusak salah satunya adalah *Inert Gas System (IGS)*. *Inert Gas System (IGS)* merupakan suatu sistem yang hanya ada pada kapal tanker. Sistem ini memiliki fungsi dalam penanganan muatan terutama saat operasi bongkar muat. Menurut Badan Diklat Perhubungan (2000: 9) yang mengacu pada Konvensi *International Safety of Life at Sea (SOLAS)* kapal tanker yang memiliki *DWT* di atas 20.000

ton harus memiliki sistem gas lembam sebagai sistem keamanan dalam pencegahan kebakaran dan ledakan yang diakibatkan oleh tingkat oksigen yang tinggi. Masinis diharapkan memiliki pemahaman dan ketekunan dalam pengoperasian sistem gas lembam, karena bagi seseorang yang tidak memiliki pengalaman bekerja di kapal tanker dengan *DWT* dengan spesifikasi tersebut dapat mengoperasikan sistem gas lembam.

Berdasarkan konverensi tersebut, MT. PIS Polaris yang memiliki *DWT* 45.988ton wajib memiliki sistem ini. Sistem tersebut memiliki fungsi yang sangat penting untuk menunjang keselamatan dan kelancaran operasi bongkar, sehingga sebagai masinis wajib melakukan perawatan pada komponen *Inert Gas System* sesuai dengan prosedur yang berlaku. Dengan melakukan perawatan yang tepat diharapkan dapat menunjang proses penanganan muatan.

Pada sistem gas lembam terdapat beberapa komponen yang berfungsi menunjang efektivitas penanganan muatan. Komponen-komponen yang dimaksud adalah *scrubber tower*, *ig fan*, *oxygen analyser*, *deck water seal*, *non return valve*, dan *P/V Breaker*. Dari komponen-komponen tersebut juga terdapat pesawat pendukung contohnya adalah *boiler* yang merupakan komponen pendukung dari *Inert Gas System*. *Boiler* memiliki fungsi sebagai pesawat yang mengubah air tawar menjadi uap bertekanan lebih dari 1 atm, namun perlu diperhatikan bahwa pada sistem gas lembam menggunakan gas buang dari *boiler* sebagai sumber gas lembam bukan uap bertekanan yang dihasilkan. Salah satu komponen yang memiliki fungsi untuk mendinginkan dan membersihkan gas lembam dari jelaga sisa pembakaran adalah *scrubber tower*. Pesawat ini

memiliki fungsi yang sangat penting pada sistem gas lembam untuk menunjang operasi bongkar muatan agar berjalan tanpa hambatan.

Pada saat melaksanakan praktek di MT. PIS Polaris dengan jenis kapal tanker yang bermuatan minyak ditemukan jelaga pada tangki muatan pada saat melakukan *tank cleaning*. Hal inilah yang menjadi penyebab tidak optimalnya operasi bongkar muat karena akan memperpanjang waktu *tank cleaning*. Dengan fungsi dari *scrubber tower* membersihkan jelaga yang ada pada gas lembam maka dari itu peneliti memiliki gagasan bahwa terdapat suatu permasalahan pada fungsi *scrubber tower*. Akibatnya kerja *Inert Gas System* sebagai sistem keselamatan dan keamanan pada kapal tanker tidak dapat bekerja dengan optimal. Berdasarkan pentingnya fungsi sistem gas lembam, penulis tertarik untuk meneliti permasalahan tersebut dengan judul “ANALISIS PENURUNAN KERJA SCRUBBER TOWER PADA INERT GAS SYSTEM DI MT. PIS POLARIS”.

## **B. Fokus Penelitian**

Fokus penelitian bertujuan untuk mengetahui secara jelas batasan atau ruang lingkup yang akan diteliti supaya tidak terlalu luas. Mempertimbangkan akan luasnya pandangan terhadap masalah yang ada pada *Inert Gas System*, maka fokus penelitian yang akan dibahas pada skripsi ini berkaitan dengan penurunan kerja scrubber tower pada *Inert Gas System* di kapal MT. PIS Polaris.

## **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan pengalaman yang penulis dapatkan saat berada di MT. PIS Polaris sebagai *cadet* atau taruna praktek serta latar belakang yang telah penulis



kemukakan tentang pentingnya kerja *scrubber tower* pada *inert gas system* di kapa tanker, maka penulis mengemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Faktor apa saja yang mempengaruhi penurunan kerja *scrubber tower* pada *inert gas system* di MT. PIS Polaris?
2. Dampak apa saja yang ditimbulkan dari penurunan kerja *scrubber tower* pada *inert gas system* di MT. PIS Polaris?
3. Bagaimana upaya untuk mencegah penurunan kerja *scrubber tower* pada *inert gas system* di MT. PIS Polaris?

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi penurunan kerja *scrubber tower* pada *Inert Gas System* di MT. PIS Polaris
2. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan dari penurunan kerja *scrubber tower* pada *Inert Gas System* di MT. PIS Polaris
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan untuk mencegah penurunan kerja *scrubber tower* pada *Inert Gas System* di MT. PIS Polaris

#### **E. Manfaat Penelitian**

Peneliti berharap hasil dari penelitian dengan judul “Analisis Penurunan Kerja Scrubber Tower Pada Inert Gas System di MT. PIS Polaris” memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- a. Menjadi panduan kepada pembaca tentang prosedur pengoperasian *Inert Gas System* di atas kapal, serta penanggulangan apabila kualitas *gas inert* mengalami penurunan.
- b. Untuk menambah pengetahuan pembaca mengenai kerusakan apa yang mungkin terjadi di atas kapal apabila kerja *scrubber tower* mengalami penurunan serta bagaimana penanganannya apabila terjadi kerusakan tersebut.
- c. Sebagai tambahan literatur di industri maritim, khususnya mengenai penurunan kerja *scrubber tower* pada *Inert Gas System* sehingga pembuat atau *maker* dapat mengevaluasi serta mengoptimalkan komponen *Inert Gas System*.

## 2. Manfaat Praktis

Menjadi pedoman bagi pembaca dan masinis, serta memberikan pemahaman tentang dampak pada penurunan kerja *scrubber tower* pada *Inert Gas System*. Karena kerusakan dapat terjadi apabila kita tidak merawat sesuai dengan prosedur yang terdapat di buku manual.

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Analisis**

Istilah 'analisis' berasal dari kata Yunani kuno 'analisis', yang terdiri dari dua suku kata: 'ana', yang berarti 'kembali', dan 'luein', yang berarti 'melonggarkan atau melepaskan'. Jika digabungkan, kata tersebut berarti 'menguraikan kembali' atau 'menguraikan'. Oleh karena itu, definisi analisis adalah menguraikan atau mengurai sesuatu dengan menggunakan metode tertentu. Analisis didefinisikan sebagai proses menguraikan topik atau substansi yang kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih kecil untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik. Definisi ini bersifat objektif dan jelas, serta menghindari penggunaan bahasa yang bias atau ornamental (Budiatmaja, 2022, p. 12).

Menurut Komarudin, analisis adalah suatu kegiatan berpikir yang menguraikan suatu keseluruhan menjadi bagian-bagian penyusunnya sehingga orang dapat mengenal tanda-tanda bagian itu, hubungannya satu sama lain, dan fungsinya masing-masing dalam suatu keseluruhan yang terpadu (Budiatmaja, 2022, p. 12).

Menurut Nana Sudjana, analisis adalah usaha memilah suatu integritas menjadi unsur-unsur atau bagian-bagian sehingga jelas hierarkinya dan atau susunannya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa analisis adalah usaha penyelidikan terhadap suatu objek atau suatu peristiwa atas bagian-

bagian serta hubungan antara tiap bagiannya agar diketahui keadaan yang sebenarnya (Hoar et al., 2021).

Dengan uraian yang disampaikan oleh para ahli, analisis melibatkan penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri serta hubungan antarbagian untuk memperoleh pengertian yang tepat mengenai keseluruhannya. Selain itu, investigasi kimia melibatkan penguraian sesuatu untuk menentukan substansi bagian-bagiannya. Analisis juga dapat merujuk pada elaborasi setelah studi menyeluruh dan pemecahan masalah yang dimulai dengan dugaan kebenaran.

## 2. Penurunan Kerja

Penurunan kerja adalah suatu kondisi di mana terjadi penurunan efisiensi dan ketahanan mesin dalam bekerja. Penurunan kerja dapat disebabkan oleh beban kerja yang tinggi. Beban kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor eksternal, seperti tuntutan dan kegiatan pengoperasian, serta faktor internal, seperti waktu kerja dan suhu yang tinggi memiliki pengaruh yang tinggi pada permesinan. Riny Candra mengemukakan bahwa beban kerja yang tinggi memberikan efek negatif terhadap kerja mesin, yang menyebabkan penurunan efektivitas mesin dalam menjalankan fungsinya (Krisdiana et al., 2022).

## 3. Inert Gas System

*Gas inert* atau gas lembam adalah metode yang digunakan untuk mencegah bahaya kebakaran di dalam tangki. Hal ini dicapai dengan memasukkan gas inert ke dalam tangki kargo, yang mengurangi kadar

oksigen hingga di bawah 8% volume gas di ruang kargo (Guntoro et al., 2022). Seperti yang dikemukakan pada artikel yang berjudul “Analisis Penyebab Terhambatnya Produksi Gas Lambam Pada Inert Gas Generator Guna Memperlancar Proses Bongkar Muatan Di Kapal MT. Olympus 1” *Gas inert* atau gas lambam didefinisikan sebagai gas atau campuran gas yang mengandung oksigen yang tidak mencukupi untuk mendukung pembakaran hidrokarbon, seperti gas buang (Pasyah, Chalid. Fitrial, 2020).

Inert gas yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar di dalam boiler terdiri dari 13,76% CO<sub>2</sub> menurut volumenya. Gas ini merupakan gas inert dan beracun. Sifat toksisitas gas ini tidak perlu dikhawatirkan, karena keberadaannya di dalam tangki tidak cukup untuk memicu pembakaran atau menyebabkan kerusakan korosif. Keberadaan air sebesar 4,7% volume dianggap tidak berbahaya dan dapat diterima karena kadarnya yang relatif rendah. Kandungan yang lainnya adalah oksigen 7,8% dari volume. Kadar oksigen 7,5% di bawah batas atas mudah terbakar. Karbon monoksida (CO) 0,1% volume. Nitrogen mengandung sekitar 73,7% dari total campuran gas. Suhu gas pembakaran inert gas biasanya berkisar antara 300°C hingga 350°C. Suhu ini berlebihan untuk digunakan sebagai inert gas dan oleh karena itu memerlukan pendinginan sebelum digunakan. Setelah proses pembersihan dan pendinginan melalui scrubber tower, komposisi gas inert adalah 12% CO<sub>2</sub>, 4,5% O<sub>2</sub>, 0,02% SO<sub>2</sub>, 71% N<sub>2</sub> (Guntoro et al., 2022)

Berdasarkan uraian di atas bahwa gas lambam adalah gas atau campuran gas yang berasal dari gas buang *Boiler* di mana tercapai pembakaran

sempurna gas buang tersebut memiliki kandungan oksigen yang rendah sehingga tidak dapat menjadi komponen pendukung dalam proses pembakaran pada suatu ruang tertutup seperti muatan.

*International Maritime Organization* mendefinisikan *inert gas system* sebagai metode untuk memasukkan *gas inert*, biasanya dari gas buang boiler, ke dalam tangki muat untuk menggantikan udara, terutama oksigen, dan mengurangi risiko kebakaran atau ledakan. Sistem *gas inert* biasanya digunakan pada kapal tanker pengangkut minyak mentah atau minyak jadi dengan titik nyala di atas 60°C dan bobot mati lebih dari 20.000 ton. (Pasyah, Chalid. Fitriah, 2020)

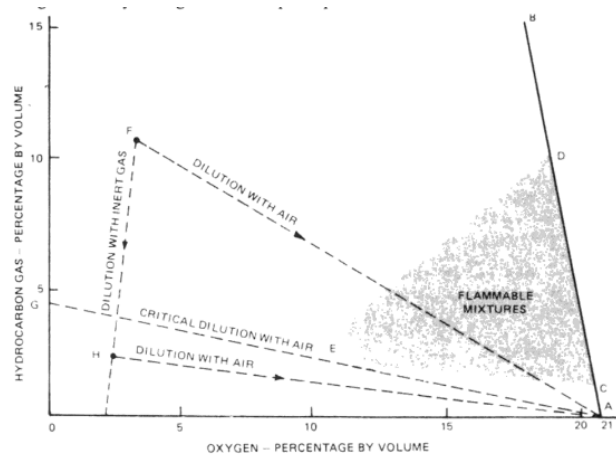
Sistem Gas Inert menggunakan campuran gas dari gas buang boiler dengan kadar oksigen rendah untuk menekan semua gas hidrokarbon dari muatan. Gas Inert ini kemudian menutupi semua permukaan muatan untuk mencegah kebakaran atau ledakan di dalam tangki kargo. Kemungkinan terjadinya kebakaran di dalam tangki sangat kecil karena kandungan oksigen yang rendah di dalam Inert Gas. Ketika Gas Inert dimasukkan ke dalam tangki kosong atau digunakan untuk pembersihan tangki (pencucian tangki) pada tekanan tertentu, Gas Inert akan memindahkan gas Hidrokarbon dari tangki hingga di bawah 'Lower Flammable Limit' (Guntoro et al., 2022).

Regulasi 62 Bab II-2 dari Solas Konsolidasi 2009 menekankan pentingnya Sistem Gas Inert untuk keselamatan kapal. Aturan dan penggunaan sistem ini disempurnakan lebih lanjut dalam Konvensi

Internasional London tentang Protokol Tanker Safety and Pollution Prevention (TSPP) 1978. Regulasi 62(a) mengharuskan Sistem Gas Inert (IGS) direncanakan, dibangun, dan diuji sesuai dengan peraturan IMO. Negara-negara tempat kapal didaftarkan juga harus mengontrol pelaksanaannya (Guntoro et al., 2022).

Ada dua jenis mesin bantu yang dapat menghasilkan gas inert yaitu generator dan Boiler. Gas buang dari Boiler digunakan sebagai sumber gas inert setelah menjalani beberapa proses yang diperlukan. *Inert Gas Generator* dapat menghasilkan gas inert dengan sendirinya. Mesin ini dirancang khusus untuk tujuan memproduksi gas inert dalam Sistem *Gas Inert* (Pasyah, Chalid. Fitriah, 2020).

Tingkat oksigen di udara segar adalah 21%. Jika kadar oksigen berkurang di bawah 10%, maka tidak akan cukup untuk menyebabkan kebakaran atau penyalaan. Untuk menjadikan tangki kargo lembam, gas lembam harus dimasukkan ke dalam tangki hingga tingkat oksigen berada di bawah batas yang dapat menyebabkan kebakaran atau ledakan. Batas aman dianggap ketika tingkat oksigen dalam tangki kargo di bawah 8% volume. Untuk menghindari melebihi batas 'garis pengenceran kritis', penting untuk memastikan bahwa campuran gas hidrokarbon dan udara tidak mengandung lebih dari 21% oksigen berdasarkan volume. Proses ini, yang dikenal sebagai 'gas free for tank entry', melibatkan pembuangan semua gas hidrokarbon dari tangki sebelum dapat dimasukkan untuk tujuan tertentu (Mudiyanto, Febriana, 2021).



Gambar 2.1 Explosive Range Diagram

Sumber : (International Maritime Organization, 1990, p. 5)

Perlu dicatat bahwa batas mudah terbakar dapat bervariasi untuk gas hidrokarbon murni yang berbeda dan campuran gas yang berasal dari cairan minyak bumi yang berbeda. Untuk kargo minyak yang diangkut dengan kapal tanker, batas mudah terbakar bawah dan atas umumnya dapat diasumsikan masing-masing sebesar 1% dan 10% hidrokarbon berdasarkan volume. Penambahan gas inert ke dalam campuran gas/udara hidrokarbon akan meningkatkan konsentrasi batas mudah terbakar bawah dan menurunkan konsentrasi batas mudah terbakar atas (International Maritime Organization, 1990, p. 5).

Untuk mencapai penggantian yang optimal, perlu dibuat antarmuka horizontal yang stabil antara gas yang lebih ringan yang masuk dari bagian atas tangki dan gas yang lebih berat yang dipindahkan dari bagian bawah tangki melalui pengaturan perpipaan yang sesuai. Sangat penting untuk memastikan bahwa setiap instalasi yang menggunakan prinsip ini dapat



mencapai tingkat penggantian gas yang diperlukan di seluruh tangki.  
(International Maritime Organization, 1990, p. 8)

#### 4. Regulasi Inert Gas System

Pada bulan Februari 1978, Konferensi Internasional tentang Keselamatan Kapal Tanker dan Pencegahan Polusi mengeluarkan lima resolusi. Resolusi-resolusi ini merekomendasikan agar International Maritime Organisation (IMO) menyusun panduan untuk melengkapi persyaratan Regulasi 62 Bab II-2 Konvensi SOLAS 1974 yang telah diamandemen. Pedoman tersebut harus mempertimbangkan kondisi operasi yang menantang dari sistem gas inert dan kebutuhan untuk memeliharanya dengan standar yang memuaskan. Peraturan 62.1 mengamanatkan desain, konstruksi, dan pengujian sistem gas inert. Pedoman ini dimaksudkan untuk meningkatkan dan melengkapi persyaratan konvensi untuk sistem tersebut.

Desain dan pengoperasian instalasi gas inert pada kapal tangki baru dan yang sudah ada tunduk pada persyaratan Regulasi 60 Bab II (2) Protokol SOLAS 1978 dan Regulasi 62.

- a. Sesuai dengan regulasi 62 bab II-2 Protokol SOLAS 1978, kapal tanker baru diwajibkan memiliki sistem gas inert.
- b. Sesuai dengan regulasi 62.20, kapal tanker yang sudah ada diharuskan memiliki sistem gas inert sesuai dengan regulasi 60 bab II-2 Protokol SOLAS 1978.
- c. Sistem gas inert yang dipasang tetapi tidak perlu memenuhi regulasi 60 bab II-2 Protokol SOLAS 1978.

Untuk kapal yang memenuhi persyaratan regulasi 62.20, panduan untuk sistem gas inert yang ada berfokus pada prosedur operasional dan tidak memerlukan modifikasi apa pun pada peralatan yang ada.

Panduan ini didasarkan pada praktik umum saat ini untuk merancang dan mengoperasikan sistem gas inert yang menggunakan gas buang dari penyerapan boiler utama atau boiler tambahan kapal. Sistem tersebut biasanya dipasang pada kapal tanker minyak mentah dan kapal pengangkut kombinasi. Panduan ini tidak mencakup sumber gas inert lainnya, seperti sistem dengan generator gas inert independen, desain, material, atau prosedur operasional yang berbeda, meskipun tidak dikecualikan. Penting untuk menilai semua perbedaan secara hati-hati untuk memastikan bahwa mereka mencapai tujuan Panduan ini (International Maritime Organization, 1990, p. 3).

#### 5. Prinsip Inert Gas System

Sistem Gas Inert memasukkan gas inert ke dalam tangki kargo untuk meningkatkan Batas Ledakan Bawah (LEL) dan mengurangi Batas Ledakan Atas (HEL). LEL adalah konsentrasi/campuran terendah di mana uap kargo dapat menyala, sedangkan HEL adalah konsentrasi/campuran tertinggi di mana uap kargo dapat meledak. Setelah konsentrasi gas inert di dalam tangki mencapai 10%, uap kargo tidak lagi dapat menyala. Namun, konsentrasinya umumnya di bawah 8%. Demi alasan keamanan, konsentrasi gas inert di dalam tangki dijaga pada 5% (Mudiyanto, Febriana, 2021).

Berdasarkan pernyataan tersebut kebakaran baru bisa terjadi kalau memenuhi persyaratan dari Segitiga Api / Fire Triangle, yaitu:

- a. Source of ignition – asal dari percikan api.
- b. Fuel-dalam hal ini hydrocarbon yang memenuhi persyaratan.
- c. Oxygen yang cukup untuk dapat menimbulkan kebakaran.

Jika salah satu dari ketiga elemen ini hilang atau gagal memenuhi jumlah atau tingkat yang diperlukan, maka tidak akan menyebabkan kebakaran. Dalam keadaan tertentu, instalasi gas inert diperlukan. Sistem gas inert memasukkan gas inert atau gas buang dari pembakaran boiler ke dalam tangki pemuatan untuk menggantikan udara, terutama oksigen, dan mengurangi risiko kebakaran atau ledakan. Prinsip sistem gas inert adalah mempertahankan tingkat oksigen yang rendah di dalam tangki dengan menggunakan gas buang di boiler tambahan. Hal ini karena oksigen (O<sub>2</sub>), yang mendukung terjadinya kebakaran, merupakan salah satu dari tiga elemen segitiga api yang dapat dikurangi. Gas buang yang digunakan harus memenuhi persyaratan untuk pembakaran yang baik, dengan memastikan bahwa kandungan oksigen dalam gas buang selalu kurang dari 8% volume. Kandungan oksigen sebesar 5% volume juga dapat dicapai dengan memasang peralatan tambahan (Guntoro et al., 2022).

## 6. Komponen Inert Gas System

### a. Boiler

Boiler adalah bejana tertutup yang dapat menghasilkan uap bertekanan dengan memanaskan air di dalamnya dengan gas panas dari

pembakaran bahan bakar. Drum uap utama boiler dipasang di atas boiler. Pipa air menghubungkan drum uap ke drum air di bawahnya. Konveksi membuat pipa penguapan menerima panas dari api (Prasetyo, 2020, p. 97)

Boiler merupakan komponen penting dari sistem propulsi kapal, berfungsi sebagai penggerak utama atau sumber daya tambahan. Fungsi utamanya adalah menggerakkan turbin uap yang memutar baling-baling, sehingga kapal dapat bergerak maju atau mundur. Penggunaan mesin uap piston sebagai penggerak baling-baling sekarang sudah tidak digunakan lagi.

Sebagai alat bantu ketel uap, mesin ini dapat menghasilkan uap untuk menggerakkan turbin uap dan poros yang terhubung dengan roda gigi reduksi. Ini dapat digunakan untuk memutar pompa kargo di kapal tanker, derek tambat, derek kargo, dan sebagai kargo, bahan bakar, air tawar, dan pemanas ruangan di dapur dan pemanas ruangan selama musim dingin. Boiler harus disertifikasi untuk beroperasi dengan aman, dan ada persyaratan untuk membangun/membuatnya. Dilengkapi dengan peralatan keselamatan dan tunduk pada pemantauan, pemeliharaan, dan perbaikan rutin untuk pengoperasian yang aman. (Narto, 2018, p. 1)

b. Scrubber Tower

Tujuan scrubber adalah untuk menghilangkan jelaga, sulfur, dan partikel sulfur dioksida dari gas buang boiler, sekaligus mendinginkan

gas untuk menghasilkan gas inert. Unit ini terdiri dari venturi dengan penyemprot air laut dan menara yang dilengkapi dengan penyemprot air laut dan elemen demister.

Gas dimampatkan saat memasuki venturi dan dibersihkan dengan tetesan air laut melalui nosel semprot di langit-langit venturi. Kemudian didinginkan hingga kisaran suhu  $60^{\circ}\text{C}$  -  $70^{\circ}\text{C}$ . Gas memasuki menara pengemasan dan mengalir ke atas melalui lapisan-lapisan kemasan polipropilena khusus.

Air laut disemprotkan selama proses ini, mengurangi kandungan sulfur dioksida dalam gas hingga kurang dari 10% dari kandungan saluran masuk venturi. Gas juga didinginkan hingga  $5^{\circ}\text{C}$  dari suhu air laut oleh air laut. Gas kemudian melewati lapisan demister yang terbuat dari polipropilena, yang menghilangkan tetesan air dari gas (Kashiwa Co, 2009, p. 2).

Sebelum memasuki bagian bawah menara scrubber, gas didinginkan dengan melewati semprotan air. Lapisan ini juga dapat berfungsi sebagai alat pengaman tambahan untuk mencegah kebocoran gas dari boiler selama inspeksi atau pemeliharaan scrubber. Gas bergerak ke atas melalui air yang mengalir ke bawah di menara scrubber. Demister digunakan di bagian atas menara scrubber untuk menghilangkan tetesan air. Demister ini dapat berupa *matriks polipropilena* atau *cyclone dryer* (International Maritime Organization, 1990, pp. 9–11).

c. IG Fan

Blower digunakan untuk mengalirkan gas buang yang telah dibersihkan ke tangki kargo. Menurut Regulasi 62.3.1, setidaknya dua blower harus disediakan, yang mampu mengalirkan gas inert ke tangki kargo dengan kecepatan minimal 125% dari kecepatan maksimum kapasitas pembuangan kapal, yang dinyatakan dalam bentuk volume.

Beberapa kapal memiliki dua jenis blower, satu besar dan satu kecil, yang total kapasitas gabungannya sesuai dengan Regulasi 62. Kapal lain menggunakan blower yang sama untuk memenuhi persyaratan ini secara terpisah. Opsi pertama dianggap lebih nyaman untuk menambah tekanan gas di tangki kargo di laut dengan blower berkapasitas kecil, sedangkan opsi kedua dikatakan mampu mempertahankan tekanan gas positif di tangki kargo jika salah satu blower rusak, tanpa memperpanjang durasi pembuangan kargo (International Maritime Organization, 1990, pp. 11–12).

d. Oxygen Analyzer

Alat ini mengukur kandungan oksigen dari gas buang di sisi pembuangan blower secara terus menerus. Kandungan oksigen dipengaruhi oleh efisiensi pembakaran boiler, atau proporsi udara berlebih. Lampu alarm akan berkedip ketika kandungan oksigen melebihi 5%, dan bel alarm akan berdering ketika kandungan oksigen melebihi 8% (Kashiwa Co, 2009, p. 2).

e. Deck Water Seal

Deck Water Seal dimaksudkan untuk mencegah aliran uap hidrokarbon dari tangki minyak kargo ke ruang mesin. Terdiri dari pipa seal, seal water pan, demister pad, dan koil pemanas uap yang mencegah air laut membeku. Deck Water Seal dirancang untuk memungkinkan aliran bebas gas inert ke dalam tangki dan mencegah aliran balik hidrokarbon dari tangki kargo (Kashiwa Co, 2009, p. 2).

Hal ini sangat penting ketika penggunaan gas inert dihentikan sementara karena alasan apa pun. Perangkat ini terbuat dari baja ringan dan secara internal dilapisi dengan cat anti air dan anti karat. Untuk mencegah adanya hidrokarbon yang mudah terbakar dan aliran gas tersebut kembali ke ruang mesin, sangat penting untuk menjaga ketinggian air yang tinggi di dalam *Deck Water Seal* (Mudiyanto, Febriana, 2021).

f. P/V Breaker

Liquified P/V Breaker dipasang pada saluran gas inert utama di geladak untuk mencegah tekanan abnormal di dalam tangki minyak kargo akibat operasi yang tidak disengaja selama penanganan kargo atau keadaan lainnya. (Kashiwa Co, 2009, p. 2)

## B. Kerangka Penelitian

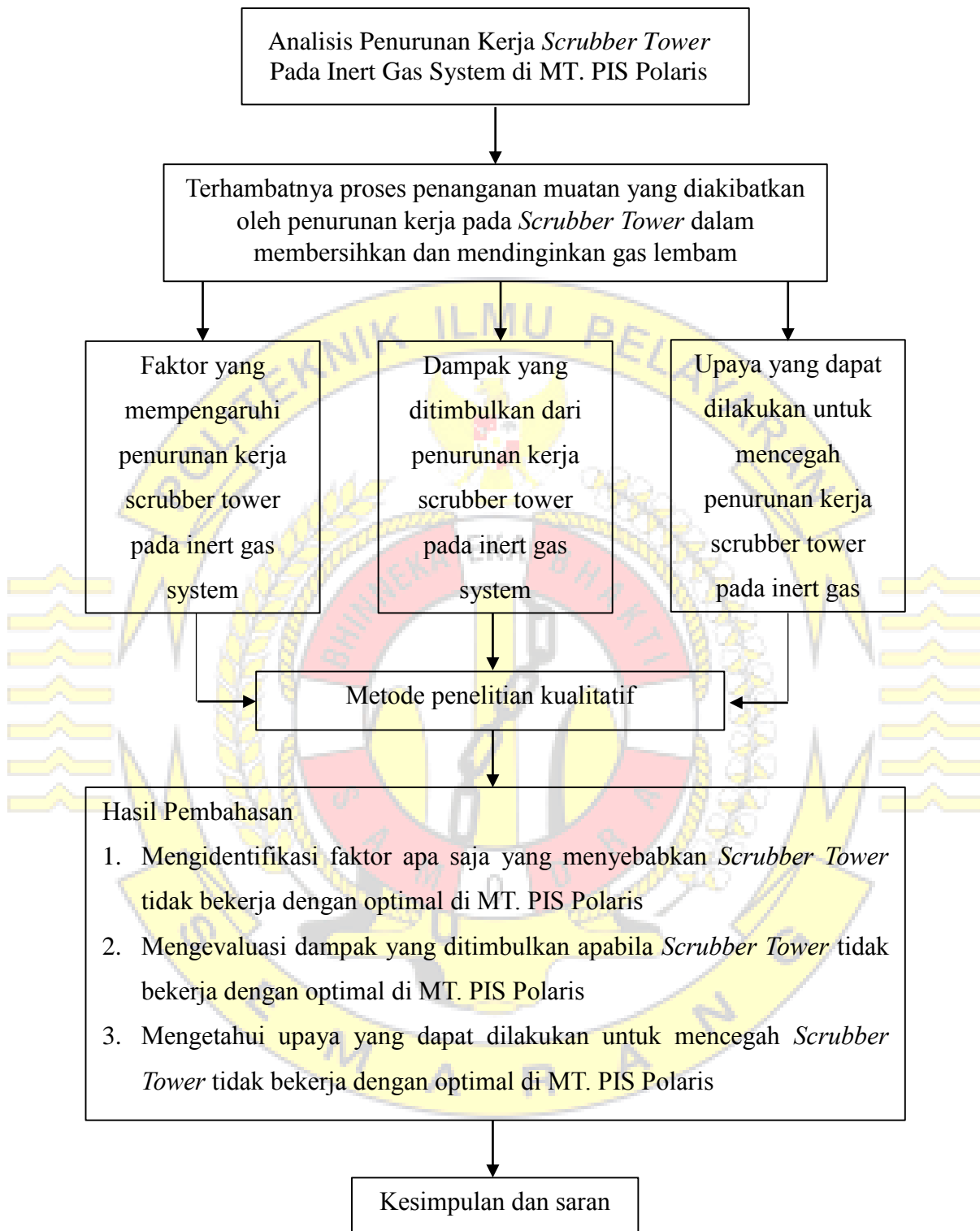
Kerangka kerja penelitian adalah sistem konsep yang saling berhubungan yang menggambarkan variabel secara rinci dan sistematis. Hal ini

meningkatkan kelengkapan penelitian dengan memastikan presentasi yang koheren. (Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2023, p. 20)

Berikut ini adalah kerangka penelitian yang telah disusun oleh peneliti agar penelitian lebih mudah dan pembaca dapat memahami isi dari penelitian dengan jelas.

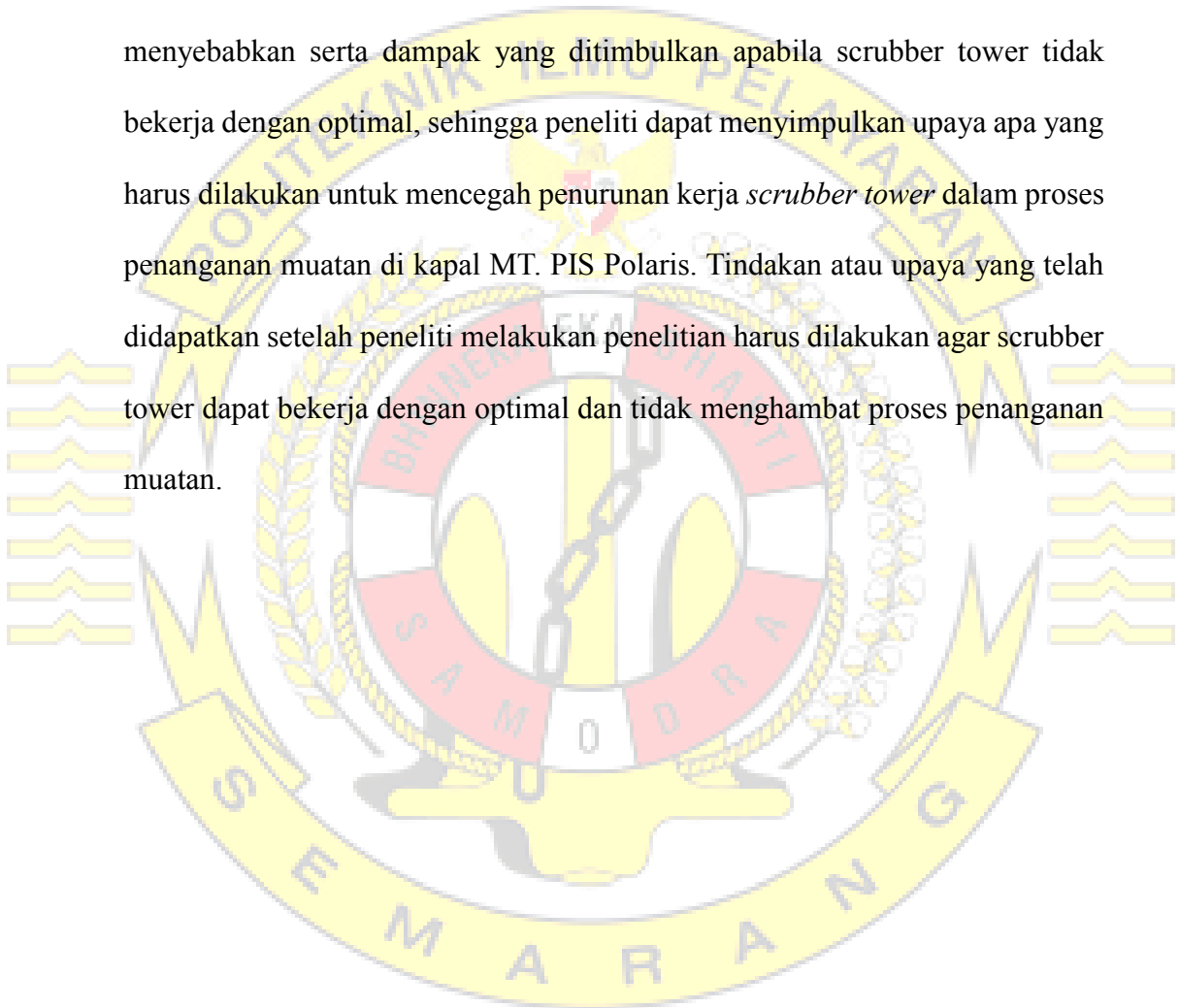






Gambar 2.2 Kerangka Penelitian

Berdasarkan kerangka penelitian di atas, penelitian yang memiliki judul analisis penurunan kerja *scrubber tower* pada *inert gas system* di kapal MT. PIS Polaris memiliki latar belakang terhambatnya proses penanganan muatan yang disebabkan oleh *scrubber tower* mengakibatkan pembersihan dan pendinginan gas lambat tidak optimal. Peneliti bermaksud meneliti faktor yang menyebabkan serta dampak yang ditimbulkan apabila *scrubber tower* tidak bekerja dengan optimal, sehingga peneliti dapat menyimpulkan upaya apa yang harus dilakukan untuk mencegah penurunan kerja *scrubber tower* dalam proses penanganan muatan di kapal MT. PIS Polaris. Tindakan atau upaya yang telah didapatkan setelah peneliti melakukan penelitian harus dilakukan agar *scrubber tower* dapat bekerja dengan optimal dan tidak menghambat proses penanganan muatan.



## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan manfaat baik teoritis maupun praktis yang dapat digunakan oleh pembaca atau awak kapal apabila mengalami permasalahan yang serupa. Berdasarkan temuan yang didapatkan serta hasil dari pembahasan penelitian dengan judul analisis penurunan kerja *scrubber tower* pada *inert gas system* di MT. PIS Polaris, peneliti dapat memberi kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor yang menyebabkan penurunan kerja pada *scrubber tower*
  - a. Kurangnya pemahaman masinis pada prosedur pengoperasian dan perawatan.
  - b. Material pada komponen yang menjadi lapuk dikarenakan *running hours* sudah melebihi waktu perawatan
  - c. Tingginya kandungan pasir pada air laut
  - d. Kerusakan komponen pada *IGS Cooling Sea Water Pump*
2. Dampak penurunan kerja *scrubber tower* pada *inert gas system*
  - a. Menurunnya kualitas gas lembam yang dihasilkan
  - b. Terhambatnya proses penanganan muatan di kapal
  - c. Efisiensi operasional menurun
3. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah penurunan kerja *scrubber tower* pada *inert gas system*
  - a. Melakukan perawatan rutin pada setiap komponen pada *scrubber tower*

- b. Melakukan pengontrolan pada saat pengoperasian
- c. Pengoptimalan pengoperasian *scrubber tower* pada *inert gas system*

## **B. Keterbatasan Penelitian**

Hasil penelitian yang diuraikan oleh peneliti masih terdapat keterbatasan terhadap faktor-faktor penyebab selain yang peneliti alami di atas kapal selama melakukan penelitian. Keterbatasan waktu yang dimiliki oleh peneliti yang disebabkan kurun waktu kontrak di atas kapal hanya satu tahun mempengaruhi hasil penelitian dalam penurunan kerja *scrubber tower* di kapal MT. PIS Polaris.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tentu saja bergantung pada cara pengoperasian, perawatan, dan perbaikan pada masing-masing awak kapal pada tiap kapal tanker serta kondisi lingkungan yang berbeda di tiap wilayah akan mempengaruhi hasil penelitian yang dilakukan. Pada penelitian yang dilakukan, peneliti mendapatkan hasil penelitian berdasarkan faktor-faktor dan kondisi lingkungan yang telah dijelaskan pada kesimpulan di atas.

## **C. Saran**

Berdasarkan kesimpulan yang telah peneliti jelaskan di atas, maka peneliti memberikan saran yang mungkin dapat membantu para masinis dalam menyelesaikan permasalahan apabila memiliki faktor penyebab yang sama.

1. Melakukan pelatihan terhadap crew kapal secara rutin untuk semua anggota kru tentang prosedur pengoperasian dan pemeliharaan sistem gas inert, terutama dalam menghadapi kondisi air laut yang mengandung konsentrasi pasir yang tinggi.

2. Melakukan perawatan secara terjadwal dan pemeliharaan rutin untuk menjaga keandalan dan efisiensi *scrubber tower*, selain itu melakukan inspeksi visual secara teratur untuk mendeteksi tanda-tanda kebocoran, kerusakan atau keausan pada komponen,
3. Penanganan khusus terhadap air laut yang memiliki kandungan pasir tinggi seperti pemasangan filter atau layar tambahan dalam sistem pendingin dapat membantu mengurangi masuknya pasir, sehingga menghindari akumulasi dan abrasi komponen penting seperti *mechanical seal*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S. J. (2022). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 974–980. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v6i1.3394>
- Budiatmaja, B. S. (2022). *Leadership In Digital Transformation*. Penerbit KBM Indonesia.
- Dr. J.R. Raco, M.E., M. S. (2010). METODE PENELITIAN KUALITATIF JENIS, KARAKTERISTIK, DAN KEUNGGULANNYA. In *PT Grasindo*. <https://osf.io/mfzuj/>
- Guntoro, H., Agus Muslim, J., Aries Maulana, H., Enggar Pinaridi, M., & Englan Maliansyah, A. (2022). Optimalisasi Perawatan Sistem Gas Lembam Guna Mencegah Terjadinya Kebakaran dalam Penanganan Muatan. *E-Journal Marine Inside*, 1(1), 12–30. <https://doi.org/10.56943/ejmi.v1i1.5>
- Hasibuan, S., Rodliyah, I., Thalhah, S. Z., Ratnaningsih, P. W., & E, A. A. M. S. (2022). Media penelitian kualitatif. In *Jurnal EQUILIBRIUM* (Vol. 5, Issue January). <http://belajarpsikologi.com/metode-penelitian-kualitatif/>
- Hoar, A. Y., Amsikan, S., & Nahak, S. (2021). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Perbandingan. *MATH-EDU: Jurnal Ilmu Pendidikan Matematika*, 6(1), 1–7. <http://jurnal.unimor.ac.id/JIPM/article/view/1091>
- Huberman, & Miles. (2021). Teknik Pengumpulan dan Analisis Data Kualitatif. *Jurnal Studi Komunikasi Dan Media*, 02(1998), 1–11.
- International Maritime Organization. (1990). *Inert Gas System*. IMO.

Kaharuddin. (2021). Equilibrium : Jurnal Pendidikan Kualitatif : Ciri dan Karakter Sebagai Metodologi. *Jurnal Pendidikan*, IX(1), 1–8.

<http://journal.unismuh.ac.id/index.php/equilibrium>

Kashiwa Co. (2009). *Inert Gas System Manual Book*. Tsukuba Works.

Krisdiana, H., Ayuningtyas, D., Iljas, J., & Juliati, E. (2022). Hubungan Beban Kerja Tenaga Kesehatan dengan Kelelahan Kerja di Puskesmas Kecamatan Sukmajaya Kota Depok Selama Pandemi. *Jurnal Biostatistik, Kependudukan, Dan Informatika Kesehatan*, 2(3), 136.

<https://doi.org/10.51181/bikfokes.v2i3.6248>

M. Makbul. (2021). Metode pengumpulan data dan instrumen penelitian. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (Vol. 3, Issue 2, p. 6).

Mekarisce, A. A. (2020). Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data pada Penelitian Kualitatif di Bidang Kesehatan Masyarakat. *JURNAL ILMIAH KESEHATAN MASYARAKAT : Media Komunikasi Komunitas Kesehatan Masyarakat*, 12(3), 145–151. <https://doi.org/10.52022/jikm.v12i3.102>

Mudiyanto, Febriana, E. (2021). *Jurnal Saintek Maritim, Volume 21 Nomor 2, Maret, 2021. 21(5), 97–106.*

Narto, A. (2018). *Mesin Penggerak Utama Boiler*. PIP Semarang.

Pasyah, Chalid. Fitriani, D. R. (2020). Meteor stip marunda. *Analisis Kesesuaian Alat Keselamatan Jiwa Sesuai Dengan Solas 1974/1978 As Amended Pada Kapal-Kapal Cement Carrier Di PT. Pelayaran Tonasa Lines*, 13(1), 26–31.

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. (2023). *Pedoman Penyusunan Skripsi Jenjang Pendidikan Diploma IV*. PIP Semarang.

Prasetyo, D. (2020). *SISTEM PERAWATAN DAN PERBAIKAN PERMESINAN*

*KAPAL (I). CV. GENDINGAN CHROMA MEDIA.*





## LAMPIRAN 1

## SHIP'S PARTICULARS MT. PIS POLARIS

<b>SHIP'S PARTICULARS</b>
---------------------------

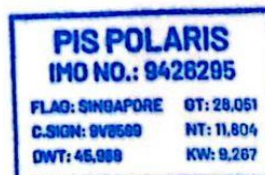
GENERAL PARTICULARS			
Ship's Name:	<b>PIS POLARIS</b>	MMSI No.	<b>56327000</b>
Email:	<b>master@pispolaris.bsmfleet.com</b>	Sat C Email	<b>TXD456327010@WLNET.COM</b>
Inmarsat F	<b>+870-7773252346</b>	V-Sat: '+65-31630192 / 93, +65-31632733	Fax: <b>+870-783246893</b>
Nationality	<b>Singapore</b>	Call Sign	<b>9V8599</b>
Port of Registry	<b>Singapore</b>	Build:	<b>28th Apr 2010</b>
Builder:	<b>Shin Kurushima Dockyard Co., Ltd, Ehime, Japan</b>	LR/Imo Num.	<b>9426295</b>
Class:	<b>NKK</b>	Last Dry-Dock:	<b>28th August 2020</b>
Classification:	<b>NS* (tanker oils -flash point below 60 °C)</b>		
IOPP Vessel:	<b>Product Tanker</b>		
Owner:	<b>PIS POLARIS PTE LTD</b>		
Address	<b>1 TEMASEK AVENUE, 29-03 MILLENIA TOWER, SINGAPORE 039192, Tel: +65 62590800, Fax: +65 62599</b>		
Commercial Operator:	<b>PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING</b>		
Address	<b>29-03 Millenia Tower', 1 Temasek Avenue</b>		
Address	<b>Singapore 039192, Tel: +65 91189788; Email: Pis.mogasoperation@pertamina.com;</b>		
Technical Operator:	<b>BERNHARD SCHULTE SHIPMANAGEMENT (SINGAPORE) PTE LTD</b>		
	<b>Company Identification number : 1983906</b>		
Address	<b>108 Middle Road , #08-00 Bernhard Schulte House, Singapore 188967, Tel: +65 6309 5000, Fax: +65 6272 4404.</b>		
Address	<b>Email: sg-smc-ventings@bs-shipmanagement.com</b>		
P & I Club:	<b>STEAMSHIP MUTUAL UNDERWRITING ASSOCIATION LTD</b>		
Address	<b>Aquatical House, 39, Bell Lane, London, E1 7 LU, Tel: +442072475490, Web: www.steamshipmutual.com</b>		

MEASUREMENTS	Meters:	Feet		Meters:	Feet
Length Overall:	179.88	590.19	Distance Bow to Center of Manifold:	91.29	299.52
Length Registered::	173.10	567.94	Distance Aft to Center of Manifold:	88.59	290.68
Length between PP:	172.00	564.33	Distance Bridge to Center of Manifold:	54.53	178.91
Parallel body length / Light ship	45.23	148.40	Height from deck to Manifold:	2.10	6.89
Parallel body length / Ballast Condition	73.92	242.53	Distance from rail/ship' side to Manifold:	4.35/4.60	14.27/15.09
Parallel body length / Full Load Condition	81.58	267.65	Distance between manifold connections	2.00	6.56
Breadth Moulded	32.20	105.65	Height from rail to Manifold:	0.70	2.30
Deep from Keel to upper deck:	18.74	61.49	Height from L/L to Manifold:	8.73	28.66
Height Keel to top of Mast:	46.22	151.65	Height from Ballast line to Manifold:	14.05	46.10

TONNAGES	Registered	Panama	Suez	DRAUGHT:	Forward	Aft	Freeboard mm	Displacement
Light Ship:	9,203.0	N/A	N/A	Light Ship:	2.312	2.312	16,424.00	9,203.0
Gross Ton'ge:	28,051.0	28,051.0	29,805.52	Ballast Con.	5.700	7.700	12.036	28,886.0
Nett Ton'ge:	11,804.0	23,307.0	26,864.90	SDWT:	12.102	12.102	6,632.00	55,191.0

LOAD LINES	Free'bd mm	Draft Mtr.	Draft Ft.	F.W.A	Deadweight T	Displacement T
Winter	7078	11.658	38.25		43,743.0	52,946.0
Summer	6830	11.906	39.06	272	44,995.0	54,198.0
Tropical	6582	12.154	39.88		46,252.0	55,455.0
TPC on summer Draft:	50.68		Block Coefficient : 0.80 at Summer Load draft			

Date of Keel Laid	<b>01-Oct-2009</b>
Date of Launching	<b>21-Jan-2010</b>
Date of Build	<b>28-Apr-2010</b>



LAMPIRAN 2

CREW LIST MT. PIS POLARIS

B-S-M		IMO CREW LIST										Form CRM 35	
<input checked="" type="checkbox"/> Arrival <input type="checkbox"/> Departure												Page 1 of 1	
1. Name of Ship / Call Sign MT PIS POLARIS / 9V8599				2. Port of arrival / departure				3. Date of arrival / departure					
4. Nationality of Ship SINGAPORE				5. Port arrived from				6. Nature and No of Identity document (Seaman's Book or Passport)				Embarkation Date / Place	
7. No.	8a. Family name, Given Name	8b. Sex	9. Rank	10. Nationality	11. Date and Place of Birth	12. Seaman Book No / Entry Date	13. Passport No / Entry Date					Embarkation Date / Place	
1	Sankar Raja	M	Master	Indian	08-Nov-1977 PONDICHERRY PUDUCHERRY							04-Mar-2023 Sikka, India	
2	Kumar Rahul	M	Master Trainee	Indian	24-Aug-1980 PATNA, BIHAR							20-Mar-2023 Singapore	
3	Biswas Siddhartha	M	2nd Officer	Indian	12-Jan-1991 KOLKATA, WEST							23-Dec-2022 Tanga, Tanzania	
4	Thakur Paras	M	3rd Officer	Indian	04-Oct-1990 KOTH, HIMACHAL							27-Oct-2022 Beira, Mozambique	
5	Adam Yuna	M	Deck Cadet	Indonesian	03-May-1998 MAGELANG							27-Oct-2022 Beira, Mozambique	
6	Lyzczek Stanislaw	M	Chief Engineer	Polish	04-Apr-1963 SLUBICE							20-Mar-2023 Singapore	
7	Pochkhua Giorgi	M	2nd Engineer	Georgian	19-May-1988 POTI							08-Mar-2023 Sikka, India	
8	Tauran Delvis	M	3rd Engineer	Indonesian	06-Dec-1986 KAMARJAN							25-Dec-2022 Tanga, Tanzania	
9	Alfaridzi Muhammad Ilham	M	Junior Engineer	Indonesian	19-Aug-1999 PATI							25-Dec-2022 Tanga, Tanzania	
10	Fahlev Kevin Nevana	M	Engine Cadet	Indonesian	28-Aug-2002 SEMARANG							21-Aug-2022 Singapore	
11	Gul Mustafa	M	Electro Technical Officer	Turkish	21-Sep-1979 UNVE							20-Mar-2023 Singapore	
12	Muin Abdul	M	Pumpman	Indonesian	29-Jun-1972 BANGKALAN							20-Mar-2023 Singapore	
13	Hikman Jufri	M	Bosun	Indonesian	24-May-1965 POLLO TONDOK							20-Mar-2023 Singapore	
14	Masun Sirrul	M	Able Bod'ed Seaman	Indonesian	05-Aug-1980 PATI							20-Mar-2023 Singapore	
15	Tarihoran Rambo Manahan	M	Able Bodied Seaman	Indonesian	28-Aug-1985 P. SIANJAR							20-Mar-2023 Singapore	
16	Sunari Ridwan	M	Able Bodied Seaman	Indonesian	02-Jul-1991 PATI							27-Oct-2022 Beira, Mozambique	
17	Hisam Nurul	M	Ordinary Seaman	Indonesian	20-Jun-1998 BANGKALAN							25-Dec-2022 Tanga, Tanzania	
18	Nainggolan Kris Sahat Martua	M	Ordinary Seaman	Indonesian	02-Mar-1998 SAMPIT							20-Mar-2023 Singapore	
19	Sharma Vijay Gansh	M	Fitter	Indian	05-Jul-1988 DEORA, BIHAR							25-Dec-2022 Tanga, Tanzania	
20	Munawan Akhmad	M	Motorman	Indonesian	26-Sep-1976 REMBANG							25-Dec-2022 Tanga, Tanzania	
21	Tusang Ronald Agus	M	Motorman	Indonesian	10-Aug-1973 MINAHASA							25-Dec-2022 Tanga, Tanzania	
22	Manurung Frianto	M	Wiper	Indonesian	10-Mar-1994 BELAWAN							25-Dec-2022 Tanga, Tanzania	
23	Syaroni Ahmad	M	Chief Cook	Indonesian	11-Apr-1968 TEGAL							25-Dec-2022 Tanga, Tanzania	
24	Mutaqin Arinda Zainul	M	Messman	Indonesian	09-Mar-1987 MAGELANG							27-Oct-2022 Beira, Mozambique	

Total Crew : 24 Person ( Including Master )

Master : Signature  
Capt. RAJA SANKAR

**PIS POLARIS**  
**IMO NO. 9426295**  
 LAG SINGAPORE CT: 20,051  
 C. SIGN: 9V8599 NT: 97,88,051  
 DWT: 45,988 KW: 9,267

LAMPIRAN 3  
IGS MANUAL BOOK

KASHIWA  
INERT GAS SYSTEM

Messrs : SHINKURUSHIMA DOCK YARD CO., LTD.

S.No.5558

Inert Gas Capacity : 5,000 m<sup>3</sup>/hr

Proj No ISZ-2919

DATE Jan 2009


CHIEF OF  
SECTION



CHECKER



DRAWER



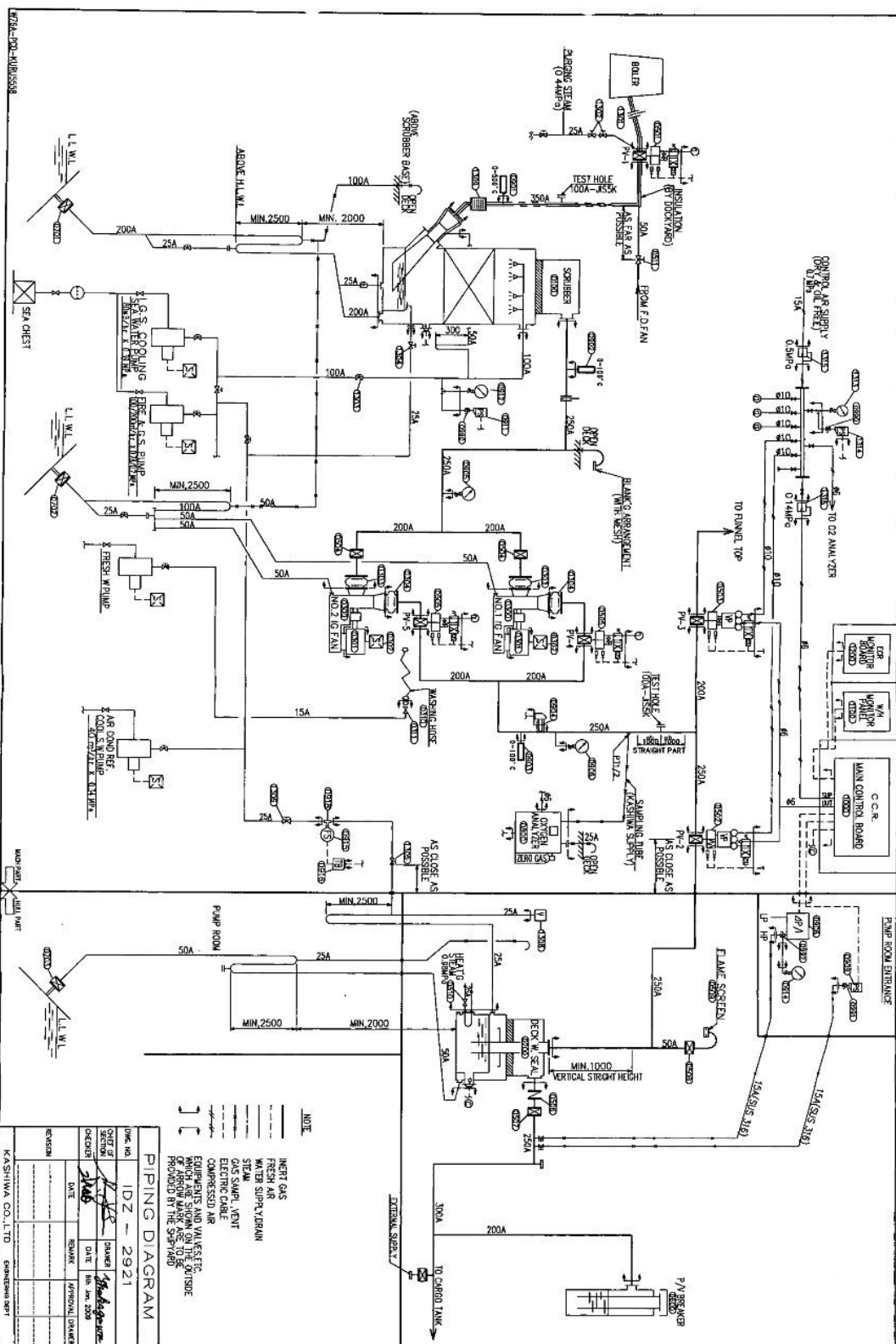
Kashiwa Co.,Ltd  
Tsukuba Works, Design Dept

## Spesifikasi *Inert Gas System*

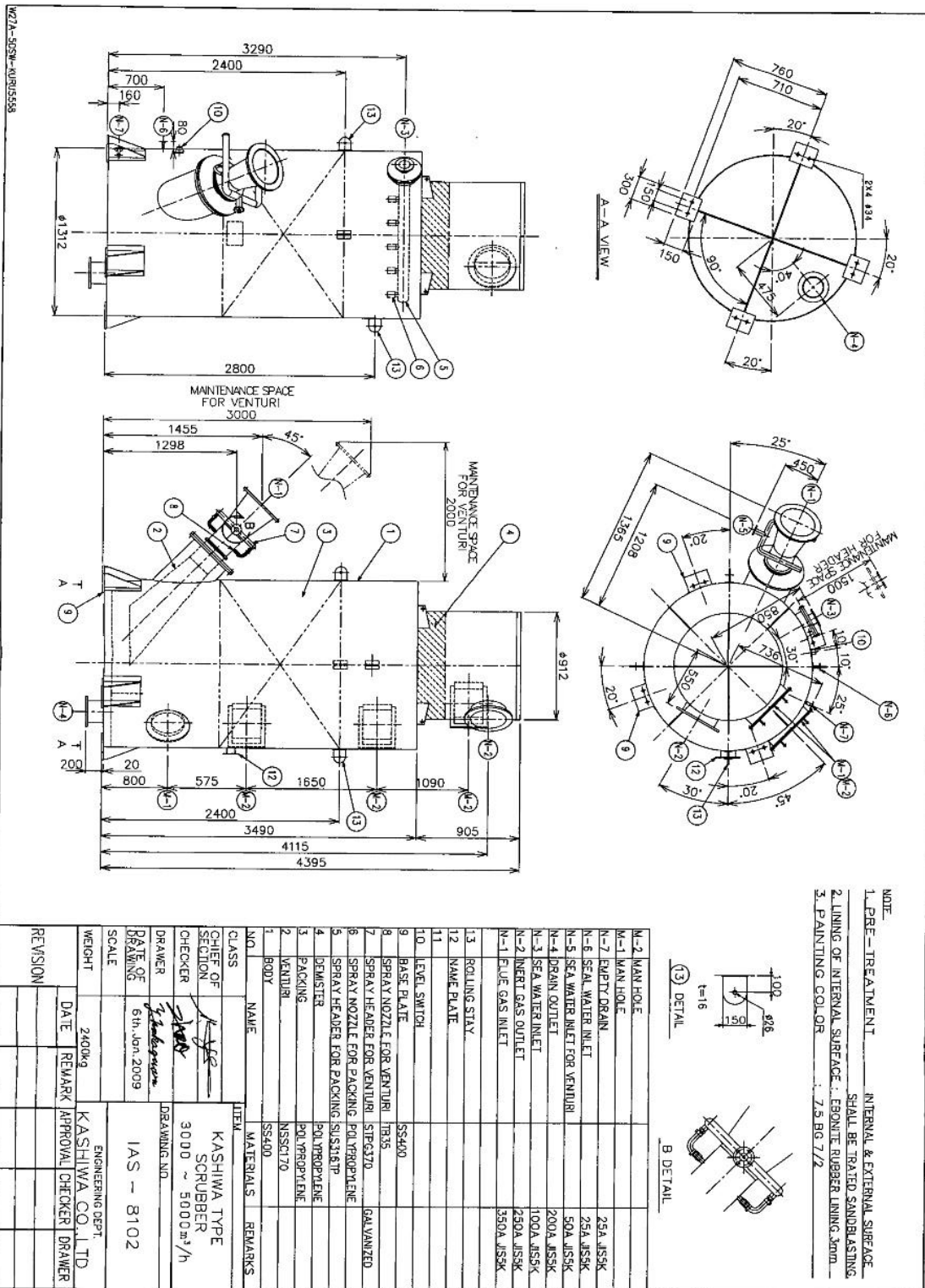
### DESIGN SPECIFICATIONS

1	Rule	NK ,SOLAS1974 and it's amendments	
2	Nominal Capacity	5,000 m <sup>3</sup> /hr	
3	Oxygen Contents	Less than 5 %	
4	Inert Gas Temperature	Boiler Uptake	450 °C(Max)
		Inert Gas Main Line	65 °C(Max)
		Scrubber Outlet	Sea Water Temperature Plus within 5°C
5	Gas Composition		
		at Venturi Inlet	at Inert Gas Main Line
	O <sub>2</sub> (vol %)	3.0	No Change
	CO <sub>2</sub> (vol %)	13.0	No Change
	SO <sub>2</sub> (vol %)	0.3	Less than 0.03
	N <sub>2</sub> (vol %)	Balance	Balance
	Solid Particles (mg/Nm <sup>3</sup> )	250	Less than 7.5 (Greater than one micron dia Particle)
6	Scrubbing Efficiency		
	1 Dust Removal	Greater than 97 % (against the particles bigger than 1.0 micron)	
	2 Sulphur Removal	Greater than 90 % (at sea water temperature 32°C)	
	3. Water Mist Removal	: Greater than 98 % (against the particles bigger than 5 micron)	
7	Utility Requirement		
	1. Sea Water (at Plant Inlet)	Scrubber Cooling Water	77 m <sup>3</sup> /h at 0.1MPa
		Scrubber Seal Water	1.0 m <sup>3</sup> /h at 0.1MPa
		Deck Seal Water	1.0 m <sup>3</sup> /h at 0.1MPa
	2 Fresh Water (at Plant Inlet)	Fan Cleaning Water	21 L/min at 0.1MPa
	3 Electricity	IG Fan Motor	AC440V, 60Hz, 3 Phase, 37 kW x 2 sets
		Control System	AC100V, 60Hz, Single Phase, 0.8 kW
			DC24V, 50 w (Emergency Alarm Only)
	4 Control Air	600 NI/min	
	5 Steam	Deck Water Seal Heating Coil	0.98 MPa
8	Inert Gas Fan		
	1 Main IG Fan	2,500 m <sup>3</sup> /hr x 18.6 kPa	x 2 sets
9	Pressure Resistance		
	1 Scrubber	6.5 kPa	
	2 Deck Water Seal	2.0 kPa	

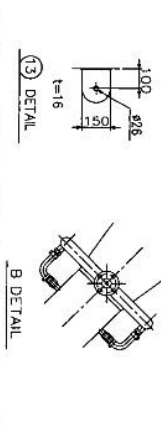
# Piping Diagram *Inert Gas System*



Sketsa Scrubber Tower



NOTE  
 1. PRE-TREATMENT INTERNAL & EXTERNAL SURFACE SHALL BE TRATED SANDBLASTING  
 2. LINING OF INTERNAL SURFACE ... EPDMUT RUBBER LINING 3mm  
 3. PAINTING COLOR ... ZS BG 7/2




NO.	NAME	MATERIALS	REMARKS
M-2	MAN HOLE		
M-1	MAN HOLE		
N-7	EMPTY DRAIN	25A JISSK	
N-6	SEAL WATER INLET	25A JISSK	
N-5	SEA WATER INLET FOR VENTURI	50A JISSK	
N-4	DRAIN OUTLET	200A JISSK	
N-3	SEA WATER INLET	100A JISSK	
N-2	INERT GAS OUTLET	250A JISSK	
N-1	FUE GAS INLET	350A JISSK	
13	ROLLING STAY		
12	NAME PLATE		
11	LEVEL SWITCH		
10	BASE PLATE	SS400	
9	SPRAY NOZZLE FOR VENTURI	TR35	
8	SPRAY HEADER FOR VENTURI	SPECI20	
7	SPRAY NOZZLE FOR PACKING	POLYPROPYLENE	
6	SPRAY HEADER FOR PACKING	POLYPROPYLENE	
5	PACKING	SS316TP	
4	DEMISTER	POLYPROPYLENE	
3	VENTURI	NSSC170	
2	BODY	SS400	
1	BODY	SS400	

CLASS	KASHIWA TYPE
CHEF OF SECTION	SCRUBBER
CHECKER	3000 ~ 5000m <sup>3</sup> /h
DRAWER	DRAWING NO.
DATE OF DRAWING	6th Jun. 2009
SCALE	IAS - B102
WEIGHT	2400Kg
REVISION	ENGINEERING DEPT KASHIWA CO., LTD APPROVAL CHECKER DRAWER

**LAMPIRAN 4**  
**IGS OPERATION MANUAL**

<p>SHIPYARD : <b>Shin Kurushima Dockyard Co.,Ltd.</b></p> <p>SHIP No. : <b>5558</b></p> <p>RULE : <b>NK</b></p>	 <p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold; margin: 10px 0;">KASHIWA INERT GAS SYSTEM</p> <p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold; margin: 10px 0;">OPERATION MANUAL</p>															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">REVISION</th> <th style="width: 15%;">APPROVAL</th> <th style="width: 15%;">DRAWER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		REVISION	APPROVAL	DRAWER	1			2			3.			4		
REVISION	APPROVAL	DRAWER														
1																
2																
3.																
4																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">DATE OF DRAWING</td> <td>30 Nov. 2009</td> </tr> <tr> <td>DRAWN BY</td> <td><i>H. Hasei</i></td> </tr> <tr> <td>CHECKED BY</td> <td><i>Y. Nakagawa</i></td> </tr> <tr> <td>CHIEF OF SEC.</td> <td><i>N. Hasei</i></td> </tr> <tr> <td>DRAWING No.</td> <td>IIZ-3236E</td> </tr> </table>		DATE OF DRAWING	30 Nov. 2009	DRAWN BY	<i>H. Hasei</i>	CHECKED BY	<i>Y. Nakagawa</i>	CHIEF OF SEC.	<i>N. Hasei</i>	DRAWING No.	IIZ-3236E					
DATE OF DRAWING	30 Nov. 2009															
DRAWN BY	<i>H. Hasei</i>															
CHECKED BY	<i>Y. Nakagawa</i>															
CHIEF OF SEC.	<i>N. Hasei</i>															
DRAWING No.	IIZ-3236E															
<p><b>KASHIWA CO.,LTD</b> <b>ENGINEERING DEPT.</b></p>																



---

### Chapter 3. Preparation and Operation of the System

#### 3 - 1 Inert Gas Supply

##### (1) Preparation

1. Make sure that all overboard discharge valves of the drain line are fully opened.
2. START the "IGS SCRUBBER S.W. PUMP" and confirm "RUN" indication lamp.
3. Control the scrubber valves while watching the cool. S.W. Pressure gauge to have prescribed pressure.
4. Make sure that the fresh air intake is to be closed.
5. Open the fan suction valve.  
(However, when 2-sets of the 100% capacity fans are installed, open only the intake valve of the selected fan to operate.)
6. Make sure the supply of sea water to the deck water seal and its proper sealing.
7. Make sure the seal liquid level in the Pressure/Vacuum breaker.
8. Open the inert gas deck main valve and branch valve (s) of the cargo oil tank intended to be inerted.
9. Close the vent valve.  
(For automatic valves, check if the "CLOSE" lamp on the C.C.R. is lit after pressing the I.G. SUPPLY SWITCH.)
10. Make sure that the oxygen analyzer is in measuring condition.
11. Make sure the supply air pressure and set pressure of pneumatically operated butterfly valves and differential pressure transmitter, etc.,





12. Set the operation mode of the controller for the IG main valve and the exhaust valve to "AUTO", then set the inert gas deck main pressure to 7 - 8 kPa.  
(Refer to ANNEX6)
13. Check the power supply to each control panel, and carry out lamp and buzzer test to confirm all to be in normal condition.
14. Make sure that the generator has sufficient capacity to drive the fan.
15. Soot blow for boiler cannot be carried out during the operation of inert gas system. Do it beforehand, if necessary.

**DANGER** Ensure close of branch valves for non-inerting cargo tanks, and pay your attention for maintain safety for human body.






## (2) Operation

When operating the inert gas system, follow the steps mentioned below.

1. Set the system selector switch to "INERT GAS" position.
  2. Push "MASTER SWITCH", and confirm the lighting of indication lamp.
  3. Open boiler uptake valve and confirm full opening of the valve by indication lamp.
  4. Make sure the air seal valve is closed automatically.  
(When manually operated, close the air seal valve locally.)
  5. Start the fan.
    - 5.-1 When the capacity of the fan is 100%,  
Operate one of inert gas fans, and check if the "RUN" indication lamp is on.  
(Note that two fans cannot be operated simultaneously.)
    - 5.-2 When the capacity of the fan is 50%,  
Start No.1 Inert Gas Fan, and check if the "RUN" indication lamp is on.  
30 seconds after starting No.1 Inert Gas Fan, start No.2 Inert Gas Fan and check if the "RUN" indication lamp is on.  
(Either fan could be started first, but make sure that the second fans is started after checking the electrical current of the first running fan is stable.)
- NOTE :** When inert gas fan is started again, do it without fail after 2(Two)minutes since the fan stopped.  
Don't start the fan three times continuously if necessary. You can start it after 30 minutes.
6. Make sure "FULL OPEN" of selected fan's delivery valve automatically  
15 seconds after the fan starts by indication lamp.

- 7 Make sure that the oxygen concentration of the inert gas main line is below 5%.
8. Push the "START" button of "INERT GAS SUPPLY" switch.  
(Confirm indication lamp)
9. Make sure that the opening of the main gas valve and exhaust valve are automatically controlled in accordance with the set pressure.

With the conditions mentioned above, continuous running of the system is available.

**WARNING**  When the oxygen concentration at the inert gas main line should exceed 5%, immediately trace the cause and improve the quality of the gas.  
If the quality of the gas could not be improved and that the oxygen concentration should exceed 8%, stop the inerting to cargo oil tanks, unloading and crude oil washing, etc.

**NOTE** : Before operating PNEUMATIC CONTROL VALVE manually, make sure to stop supply air and open the by-pass valve fitted to the PNEUMATIC CONTROL VALVE.

Then operate MANUAL LEVER (or MANUAL HANDLE), which allows manual operation of PNEUMATIC CONTROL VALVE.

### (3) Stopping

1. Push "STOP" button of "INERT GAS SUPPLY" switch, and confirm "SHUT" of the inert gas main valve.
2. Make sure "FULL OPEN" of the exhaust valve.
3. Stop the inert gas fan.
4. Make sure "SHUT" of the fan delivery valve by indication lamp.
5. Push "SHUT" button of boiler uptake valve and confirm "SHUT" of the boiler uptake valve.
6. Make sure the air seal valve is opened automatically.  
(When manually operated, open the air seal valve locally.)
7. Open the vent valve.  
(When automatically operated, check if the "OPEN" indication lamp is on.)
8. After about 30 minutes, stop "IGS SCRUBBER S.W. PUMP".  
(For others, refer to item 3-3 "Handling and confirmation after stopping".)

### (4) Topping-up During Navigation

When the pressure in the deck main line decreases to near 2 kPa (0.02kgf/cm<sup>2</sup>) during navigation, carry out topping-up by the procedure written in (1) and (2). When the pressure in the deck main line is increased and the exhaust valve is open and the gas starts being discharged, stop the system by the procedure mentioned in (3) above.

For ships with topping-up fans or topping-up IGG provided, carry out topping-up by operating the systems.

(However, the main fan and topping-up fan cannot be operated simultaneously)

**LAMPIRAN 5**  
**DOKUMENTASI**

**SCRUBBER INSPECTION**





***OVERHAULING IGS COOLING SEA WATER PUMP***





## LAMPIRAN 6

### HASIL WAWANCARA 1

#### Transkrip Wawancara

Tanggal Wawancara : 28 Oktober 2022

Tempat Wawancara : Mt. Pis Polaris

#### Identitas Narasumber

1. Nama : Lyczek Stanislaw
2. Jabatan : *Chief Engineer*

#### Hasil Wawancara

Cadet : Selamat sore *Chief*, ijin *chief* saya ingin melakukan wawancara terkait penurunan kerja pada *scrubber tower* yang mengakibatkan terhambatnya penanganan muatan. Apakah *chief* bersedia untuk menjawab beberapa pertanyaan saya?

*Chief Engineer* : Tentu saja kevin, apa yang kamu mau tanyakan tentang kegiatan kita kemarin saat melakukan analisis terhadap permasalahan itu

Cadet : Terima kasih *chief*, kemarin tentunya kita melakukan beberapa analisis untuk mencari penyebab dari permasalahan yang kita hadapi pada saat bongkar muat dimana suhu pada gas lembam meningkat setelah itu pada saat melakukan kegiatan *tank cleaning* kita mendapatkan laporan dari *chief officer* bahwa terdapat jelaga di tangki muatan. Bisa *chief* jelaskan apa faktor penyebab yang mengakibatkan hal itu bisa terjadi?

*Chief Engineer* : Jadi ada beberapa faktor yang kita analisis kemarin mengapa *scrubber tower* dalam sistem gas inert mulai rusak. Pertama, kurangnya pemahaman tentang cara mengoperasikan dan memelihara sistem. Jika kamu tidak mengoperasikan sistem gas inert dengan benar, terutama di daerah dengan kandungan pasir yang tinggi di air laut, hal itu dapat merusak sistem. Terlebih lagi, jika pengaturan bahan bakar di *boiler* tidak sesuai dengan apa yang tertulis di buku petunjuk, hal ini dapat meningkatkan kandungan oksigen dari gas inert, yang kemudian mempengaruhi seberapa baik *scrubber tower* membersihkan dan mendinginkan gas.

Cadet : Dari beberapa faktor yang *chief* jelaskan dampak apa saja yang kita alami selama *scrubber tower* mengalami penurunan kerja?

*Chief Engineer* : Setelah proses bongkar muat dan pembersihan tangki yang kita lakukan kemarin, kita menyadari bahwa kualitas gas inert yang dihasilkan tidak sebaik yang seharusnya. Gas inert yang dihasilkan terlalu panas dan mengandung banyak SO<sub>4</sub>, yang dapat membuat kargo menjadi kotor dan

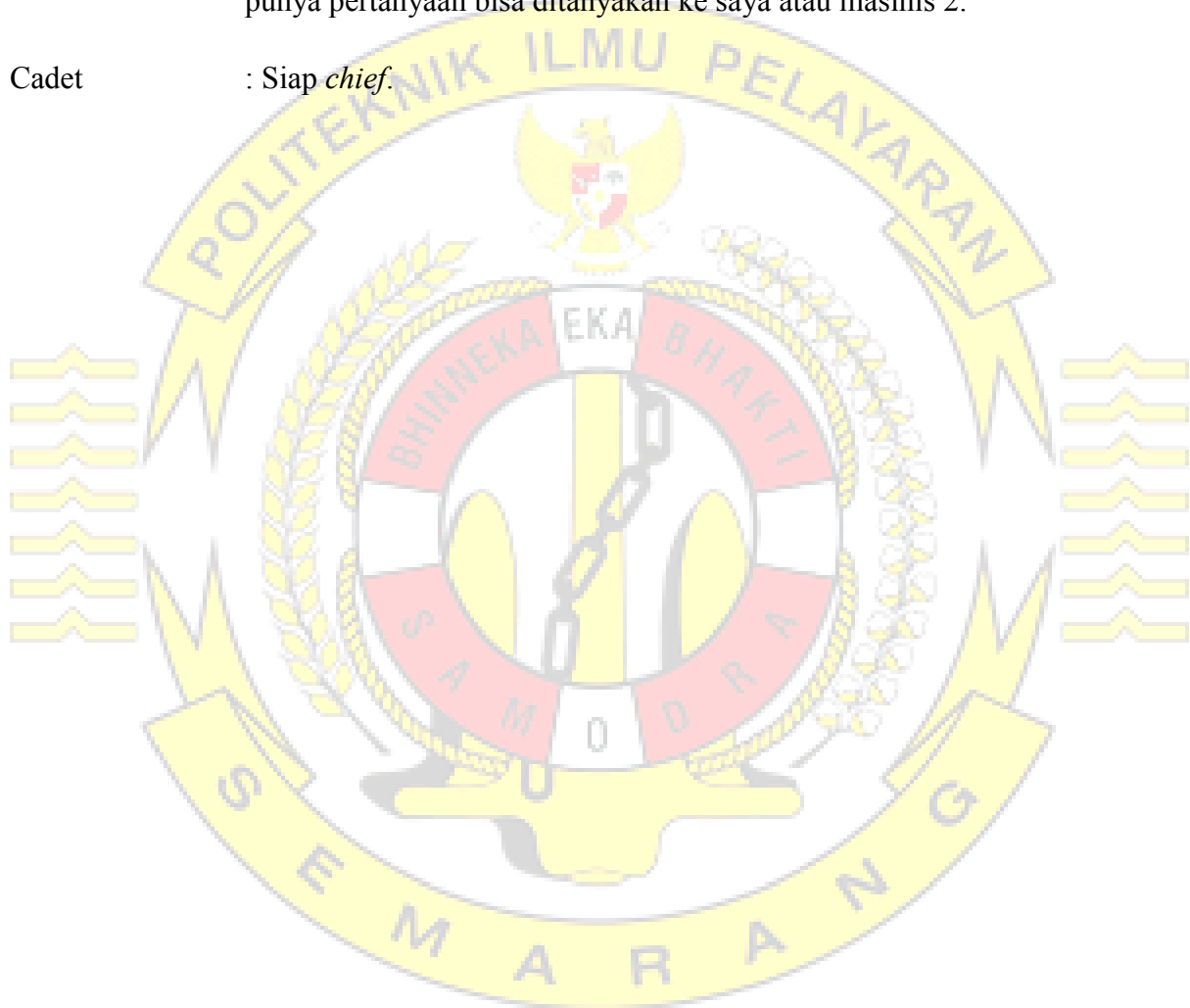


meningkatkan risiko korosi pada bagian logam lainnya. Selain itu, pembersihan jelaga pada tangki sekarang membutuhkan waktu lebih lama karena SO<sub>4</sub> tersebut akan membuat tangki menjadi lebih kotor. Hal ini juga berarti akan ada lebih banyak biaya perawatan dan perbaikan.

Cadet : Terima kasih *chief* atas jawaban yang diberikan kepada saya, jawaban yang diberikan sangat membantu saya dalam melakukan penelitian untuk penulisan skripsi saya.

*Chief Engineer* : Sama-sama kevin, jika ada yang masih kurang paham atau kamu masih punya pertanyaan bisa ditanyakan ke saya atau masinis 2.

Cadet : Siap *chief*.



## LAMPIRAN 7

### HASIL WAWANCARA 2

#### Transkrip Wawancara

Tanggal Wawancara : 28 Oktober 2022

Tempat Wawancara : MT. PIS Polaris

#### Identitas Narasumber

1. Nama : Pochkchua Giorgi
2. Jabatan : *Second Engineer*

#### Hasil Wawancara

Cadet : Selamat sore bas, Ijin bas saya ada beberapa pertanyaan terkait permasalahan yang kita alami kemarin tentang penurunan kerja pada *scrubber tower*, apakah bas bersedia untuk menjawab beberapa pertanyaan yang akan saya ajukan bas?

*Second Engineer* : Sore kevin, ajukan saja pertanyaan yang mau kamu tanyakan pasti akan saya jawab.

Cadet : Terima kasih bas, jadi pertanyaan yang ingin saya tanyakan tentang upaya yang bisa kita lakukan untuk mencegah hal yang terjadi seperti yang kita alami agar tidak terjadi lagi.

*Second Engineer* : Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk menjaga agar *scrubber tower* tetap berjalan dengan baik. Pertama, pastikan untuk melakukan perawatan rutin pada setiap komponen. Periksa setiap masalah dengan inspeksi visual, bersihkan, lumasi, dan ganti komponen seperti bearing dan packing. Kedua, tingkatkan pengawasan operasional *scrubber tower*. Pantau gas inert, kandungan oksigen, dan tekanan air laut. Perlu juga memeriksa *IGS cooling sea water pump*, yang mendistribusikan air laut ke scrubber tower. Ketiga, kita harus memastikan bahwa kita menjalankan sistem gas inert sebagaimana mestinya, untuk memastikan semuanya bekerja dengan baik dan menjaga semua orang tetap aman. Kamu sendiri pasti tahu kan apa fungsi dari *inert gas system* itu sendiri?

Cadet : Siap bas untuk menurunkan kandungan oksigen di dalam tangki muatan hingga di bawah 5% agar mengurangi resiko ledakan di dalam tangki.

*Second Engineer* : Oleh karena itu ada beberapa upaya yang harus kita lakukan agar permasalahan yang kita hadapi kemarin tidak terjadi lagi. Sampai sini ada pertanyaan yang mau ditanyakan lagi kevin?

Cadet : Mungkin untuk saat ini hanya itu bas, terima kasih untuk penjelasan yang telah bas berikan kepada saya.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Nama** : Kevin Nevara Fahlevy

**Tempat, Tanggal Lahir** : Semarang, 28 Agustus 2002

**NIT** : 572011237699 T

**Jenis Kelamin** : Laki-laki

**Agama** : Islam

**Alamat** : Jl. Dinar Mas Utara III No. 13 RT 03 RW 17  
Kecamatan Tembalang Kota Semarang

**Nama Orang Tua**

**Ayah** : Agil Sugiono

**Ibu** : Millianty Dewi

**Alamat Orang Tua** : Jl. Dinar Mas Utara III No. 13 RT 03 RW 17  
Kecamatan Tembalang Kota Semarang

### Riwayat Pendidikan

**SD** : SDI Tunas Harapan (2008-2014)

**SMP** : SMPN 29 Semarang (2014-2017)

**SMA** : SMAN 9 Semarang (2017-2020)

**Perguruan Tinggi** : PIP Semarang (2020-2024)

**Praktek Layar**

**Nama Perusahaan : Bernhard Schulte Shipmanagement**

**Nama Kapal : MT. PIS Polaris**

**Masa Layar : 18 Agustus 2022 – 20 Agustus 2023**

