



**“ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN PEMBAKARAN PADA  
INERT GAS GENERATOR DI MT. PAPANDAYAN ”**

**SKRIPSI**

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Pelayaran  
Pada Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

**Oleh**

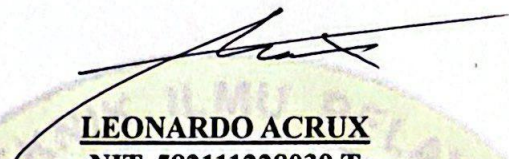
**LEONARDO ACRUX**  
**582111228039 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG  
TAHUN 2026**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN PEMBAKARAN PADA INERT  
GAS GENERATOR DI MT. PAPANDAYAN**

Disusun Oleh:

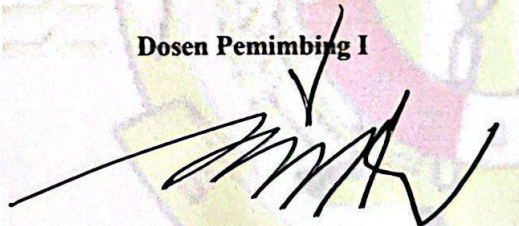
  
**LEONARDO ACRUX**  
**NIT. 582111228039 T**

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

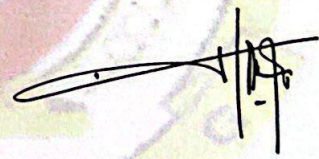
Semarang, 4 MARET..... 2026

Dosen Pembimbing I




**Dr. Ir. F. Pambudi Widiatmaka, S.T., M.T., M.M**  
**NIP. 19641126 199903 1 002**

Dosen Pembimbing II



**Ely Sulistvowati, S.ST., M.M**  
**NIP. 19780801 200812 2 001**

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknika 



**Dr. Ir. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T, M.Mar.E.**  
**NIP. 19730331 200604 1 001**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “ANALISIS KEGAGALAN PEMBAKARAN PADA  
*INERT GAS GENERATOR* DI MT. PAPANDAYAN”,

Nama : LEONARDO ACRUX

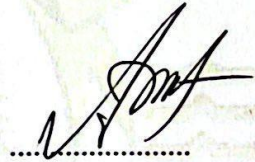
NIT : 582111228039 T

Program Studi : D IV TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji skripsi Prodi TEKNIKA,  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari Rabu , tanggal 4 Maret 2026.

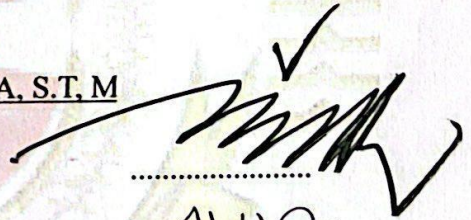
### PENGUJI

Penguji I : Dr. Ir. H. AMAD NARTO, M.Pd., M.Mar.E.  
NIP. 19641212 199808 1 001



.....

Penguji II : Dr. Ir. F. PAMBUDI WIDIATMAKA, S.T, M  
NIP. 19641126 199903 1 002



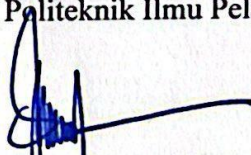
.....

Penguji III : Ir. Fitri Kensiwi, M.Pd  
NIP. 19660702 199203 2 009



.....

Mengetahui:  
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang



Dr. Ir. MAFRISAL, M.T., M.Mar.E  
NIP. 19730205 199903 1 002

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Leonardo Acrux

NIT : 582111228039 T

Program studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Analisis Penyebab Kegagalan Pembakaran Pada Inert Gas Generator di MT. Papandayan”

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 yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat dan temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 03 MARET 2026

Yang menyatakan pernyataan,



**LEONARDO ACRUX**  
**NIT. 582111228041 T**

## HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN

### **Moto :**

1. Aku membahayakan nyawa ibu untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya
2. Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, Keberhasilan adalah milik mereka yang senantiasa berusaha (B.J Habibie)
3. Kala semua doa telah terbaca namun tak berubah sempurna, kala semua cara telah kau coba namun tak kunjung tiba bahagia. Lepaskanlah dan tetap percaya, apa yang tak bisa kau raih walau kau telah berupaya, itu hanya tanda kau tak membutuhkannya, apa tak bisa kau miliki meski kau telah temui, itu hanya tanda kau lebih baik tanpanya (Rumahsakit)

### **Persembahan :**

1. Kepada yang terhormat kedua orang tua, Capt. Pulung Setiadi Prianggono dan Almh. Riyanti Ajei, atas cinta, doa, dan kerja keras yang tak pernah lelah membawa peneliti hingga sampai titik ini.
2. Dosen Pembimbing I, Dr. Ir. F. Pambudi Widiatmaka, S.T., M.M
3. Dosen Pembimbing II, Ir. Ely Sulistyowati, S.ST., M.M
4. Almamater saya Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

## PRAKATA

Dengan kerendahan hati, peneliti memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat kesehatan, serta kemudahan yang dilimpahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Kegagalan Pembakaran Pada Inert Gas Generator di MT. Papandayan”. Proses penelitian ini tidak hanya merupakan pemenuhan kewajiban akademik, melainkan juga menjadi perjalanan pembelajaran yang bermakna dalam mengaitkan teori dengan penerapan nyata diatas kapal.

Perjalanan ini tentu tidak akan tercapai tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat, peneliti menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan mendalam kepada:

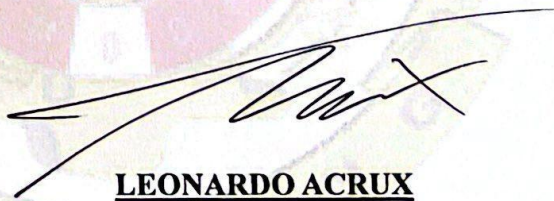
1. Dr. Ir. Mafrisal, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Dr. Ir. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Dr. Ir. F. Pambudi Widiatmaka, S.T., M.T., M.M. selaku Dosen Pembimbing I, yang dengan kesabaran dan dedikasi tinggi telah membimbing penulis sejak tahap perumusan masalah hingga analisis akhir.
4. Ir. Ely Sulistiowati, S.ST., M.M. selaku Dosen Pembimbing II, yang senantiasa memberikan perspektif baru serta penyempurnaan metodologis yang berharga.
5. Seluruh tim penguji yang sudah meluangkan waktu untuk menguji skripsi ini
6. Seluruh dosen dan tenaga pengajar di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang membekali peneliti dengan ilmu pengetahuan serta integritas sebagai calon perwira pelayaran.
7. Perusahaan PT. Pertamina International Shipping dan seluruh crew MT. Papandayan yang telah memberikan kesempatan untuk tempat penelitian dan praktik laut serta membantu proses penulisan skripsi ini.
8. Teristimewa untuk keluarga tercinta, Bapak Pulung Setiadi Prianggono, Tante Nanien Arinsari, Kakak dan adik tersayang saya Mba Syifa, Rizqika, Zyan dan Fayka, beserta keluarga besar saya yang selalu menjadi rumah terhangat dalam setiap langkah hidup penulis dan doa yang tak pernah putus

9. Yang dirindu yakni sosok Ibu tercinta Almh. Riyanti Ajei, dengan kasihmu sepanjang masa, izinkan penulis mengucapkan semua beban yang bercampur bangga telah aku rengkuh, semua berpihak kepadaku, pasti doamu yang lancarkan upayaku, mesti doa yang meluncur dari bibirmu, dan yang aku tau kau takkan pernah berhenti untuk tumbuhku kini, semoga sesuai dengan yang kau impi, tertulis jelas namaku di setiap harap malammu.
10. Rekan-rekan seperjuangan angkatan LVIII, kasta Galangan B2, senior dan junior saya atas waktu bersama dari awal pendidikan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini, setiap diskusi, dorongan, dan kebersamaan yang memperkaya perjalanan studi.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih memiliki ruang untuk penyempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif dari para pembaca sangat peneliti nantikan. Besar harapan penulis agar temuan dalam skripsi ini tidak sekedar menjadi arsip akademik, melainkan dapat diimplementasikan guna meningkatkan keandalan operasional kapal.

Semarang, 4 MARET 2026

Yang membuat pernyataan,



**LEONARDO ACRUX**  
**NIT. 582111228039**

## ABSTRAKSI

**Acrux, Leonardo.** NIT. 582111228039 T, 2026, “*Analisis Kegagalan Pembakaran Pada Inert Gas Generator di MT. Papandayan*”, Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr. Ir. F. Pambudi Widiatmaka S.T., M.T., M.M. Pembimbing II: Ir. Ely Sulistiowati, S.ST., M.M

Kapal tanker yang mengangkut muatan berbahaya wajib dilengkapi dengan *Inert Gas System* untuk menjaga kadar oksigen di dalam tangki tetap rendah sehingga risiko kebakaran dan ledakan dapat diminimalkan. Salah satu komponen utama dalam sistem tersebut adalah *Inert Gas Generator* (IGG). Namun, dalam praktiknya masih sering terjadi kegagalan proses pembakaran pada IGG yang dapat berdampak pada terganggunya operasi kapal dan menurunnya tingkat keselamatan pelayaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan pembakaran pada *Inert Gas Generator*, menganalisis dampak yang ditimbulkan, serta merumuskan upaya pencegahan agar kegagalan serupa tidak terulang.

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan teknik pengumpulan data berupa observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi pustaka yang dilakukan selama praktik laut di MT. Papandayan. Analisis data dilakukan menggunakan metode *fishbone analysis* dengan pendekatan 4M yaitu *Man, Machine, Method, dan Material* untuk mengidentifikasi akar permasalahan secara sistematis. Keabsahan data dalam penelitian ini dilakukan melalui teknik triangulasi, yaitu dengan membandingkan data yang diperoleh dari hasil observasi, wawancara dengan awak kapal, serta dokumentasi yang berkaitan dengan perawatan dan pengoperasian *inert gas generator*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kegagalan pembakaran pada IGG disebabkan oleh beberapa faktor utama, antara lain kurangnya pemahaman dan kedisiplinan awak kapal dalam perawatan, kondisi komponen mesin yang tidak optimal, pelaksanaan perawatan yang tidak sesuai *Plan Maintenance System*, serta kualitas material pendukung yang menurun. Dampak dari kegagalan tersebut meliputi terganggunya operasi inert gas system dan meningkatnya potensi bahaya di dalam tangki muatan. Upaya pencegahan yang dapat dilakukan adalah meningkatkan kepatuhan terhadap prosedur perawatan, melakukan pemeriksaan berkala, serta meningkatkan kompetensi awak kapal melalui pelatihan yang berkelanjutan.

Kata kunci: *Inert Gas System, Inert Gas Generator, Pembakaran*

## ABSTRACT

**Acrux, Leonardo.** NIT 582111228039 T, 2026, “Analysis of Combustion Failure in the Inert Gas Generator on MT. Papandayan”, Undergraduate Thesis. Diploma IV Program, Marine Engineering Study Program, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Supervisor I: Dr. Ir. F. Pambudi Widiatmaka, S.T., M.T., M.M. Supervisor II: Ir. Ely Sulistiowati, S.ST., M.M.

Tankers transporting hazardous cargo are required to be equipped with an Inert Gas System to maintain a low oxygen concentration inside cargo tanks, thereby minimizing the risk of fire and explosion. One of the main components of this system is the Inert Gas Generator (IGG). However, in practice, combustion failures in the IGG still frequently occur, which can disrupt ship operations and reduce navigational safety. This study aims to identify the factors causing combustion failure in the Inert Gas Generator, analyze the resulting impacts, and formulate preventive measures to avoid similar failures in the future.

This study employed qualitative methods with data collection techniques including observation, interviews, documentation, and literature review conducted during sea practice at MT. Papandayan. Data analysis was conducted using the fishbone analysis method with the 4M approach: Man, Machine, Method, and Material to systematically identify the root of the problem. Data validity in this study was achieved through triangulation, comparing data obtained from observations, interviews with crew members, and documentation related to the maintenance and operation of the inert gas generator.

The results indicate that combustion failure in the IGG is caused by several main factors, including a lack of understanding and discipline among crew members in maintenance procedures, suboptimal machine component conditions, maintenance practices that do not comply with the Plan Maintenance System, and declining quality of supporting materials. The impacts of these failures include disruption of the inert gas system operation and an increased potential hazard within cargo tanks. Preventive measures that can be implemented include improving compliance with maintenance procedures, conducting periodic inspections, and enhancing crew competence through continuous training.

**Keywords:** Inert Gas System, Inert Gas Generator, Combustion

## DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Fokus Penelitian .....	4
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat penelitian .....	5
BAB II KAJIAN TEORI.....	8
A. Deskripsi Teori .....	8
B. Kerangka Penelitian .....	25
BAB III METODE PENELITIAN....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
A. Metode Penelitian.....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
B. Tempat Penelitian .....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
C. Sampel Sumber Data Penelitian .....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
D. Teknik Pengumpulan Data .....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
E. Instrumen Penelitian ....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
F. Teknik Analisis Data Kualitatif.....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>

G. Pengujian Keabsahan Data..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

BAB IV HASIL PENELITIAN ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

A. Gambaran Konteks Penelitian..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

B. Deskripsi Data ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

C. Temuan ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

D. Pembahasan Hasil Penelitian ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

BAB V SIMPULAN DAN SARAN ..... 26

A. Simpulan ..... 26

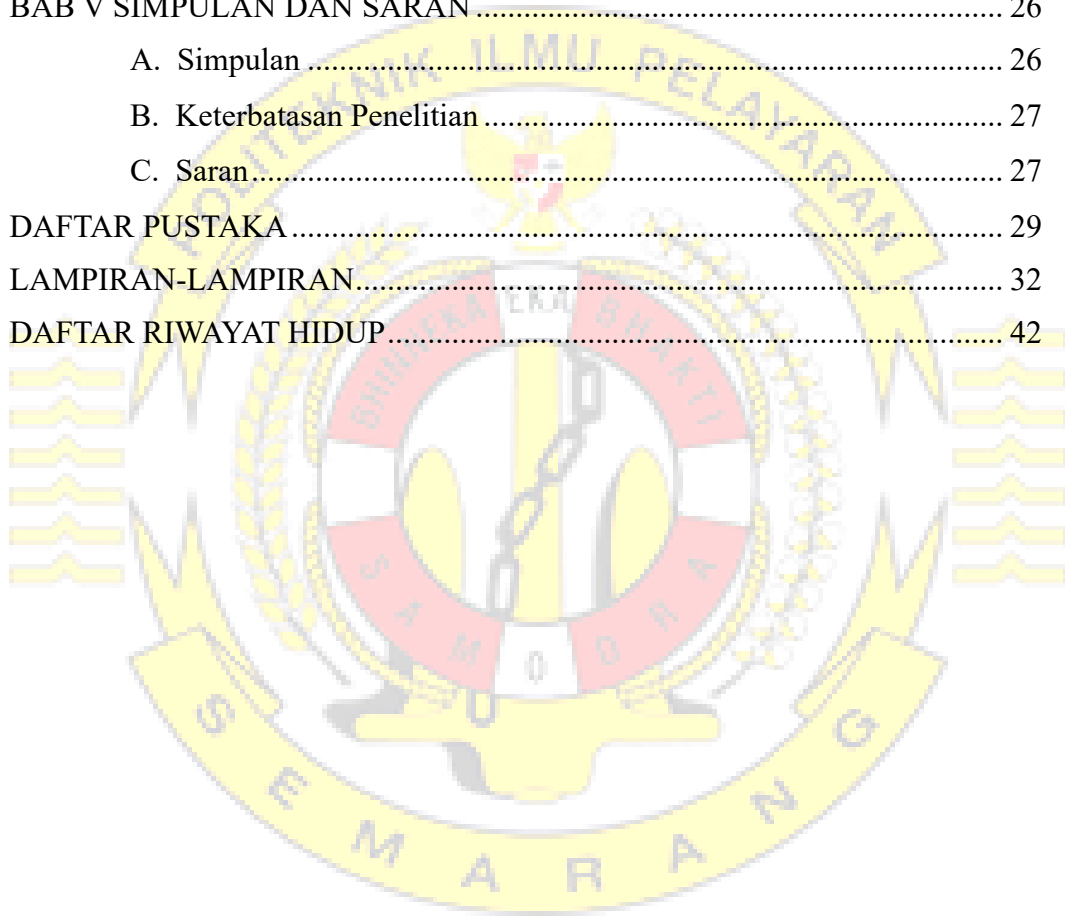
B. Keterbatasan Penelitian ..... 27

C. Saran ..... 27

DAFTAR PUSTAKA ..... 29

LAMPIRAN-LAMPIRAN ..... 32

DAFTAR RIWAYAT HIDUP ..... 42



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Gas Buang .....12

Tabel 4. 1 Ship

Particular.....**Kesalahan!**

**Bookmark tidak ditentukan.**

Tabel 4. 2 Penelitian Terdahulu .....**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Tabel 4. 3 Spesifikasi Inert Gas Generator .....**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Tabel 4. 4 Plan Maintenance System IGG MT. Papandayan **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga Api.....	11
Gambar 2. 2 Flammability Diagram.....	15
Gambar 2. 3 Scrubber Tower .....	18
Gambar 2. 4 Blower IGG.....	19
Gambar 2. 5 Oxygen Analyzer .....	21
Gambar 2. 6 Deck Water Seal .....	22
Gambar 2. 7 Kerangka Penelitian.....	25
Gambar 3. 1 MT. Papandayan.....	<b>Kesalahan!</b>
<b>Bookmark tidak ditentukan.</b>	
Gambar 3. 2 Diagram Fishbone .....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
Gambar 4. 1 Bunker delivery note MDO .....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
Gambar 4. 2 Inert Gas Generator .....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
Gambar 4. 3 Temuan Alarm .....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
Gambar 4. 4 Kondisi Main Burner.....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
Gambar 4. 5 Kondisi nozzle main burner sebelum diperbaiki.....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
Gambar 4. 6 Kondisi Filter fuel oil sebelum di bersihkan....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
Gambar 4. 7 Diagram Fishbone analysis faktor penyebab kegagalan pembakaran .....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>
Gambar 4. 8 Kondisi Main Burner Setelah dibersihkan .....	<b>Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.</b>

Gambar 4. 9 Proses Pembersihan Nozzle Main Burner..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Gambar 4. 10 Unit Nozzle main burner baru ...**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Gambar 4. 11 Kondisi Filter Fuel oil setelah dibersihkan... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Gambar 4. 12 Ignition Burner .....65

Gambar 4. 13 Form Familiarization .....67



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Wawancara.....	32
Lampiran 2 Diagram Pipe .....	38
Lampiran 3 Ship Particular .....	39
Lampiran 4 Crew List .....	40
Lampiran 5 Running Hours Inert Gas Generator.....	41



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Permintaan untuk layanan transportasi laut menggunakan kapal niaga terus meningkat. Terdapat peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun. Kapal niaga memiliki peran yang krusial dan efektif dalam pengiriman dari satu pelabuhan ke pelabuhan tujuan melalui rute perairan. Salah satu jenis kapal yang sering digunakan adalah kapal tanker, kapal tanker memiliki fungsi untuk mengangkut minyak mentah serta produk minyak olahan dalam bentuk cair melalui jalur perairan dari pelabuhan pengisian ke pelabuhan tujuan.

Kapal tanker dirancang secara khusus dengan tangki-tangki yang dapat menampung minyak dan gas, mencakup minyak mentah, zat kimia, serta hasil olahan minyak. Desain kapal ini disesuaikan dengan karakteristik muatan yang akan diangkut. Kapal tanker yang membawa minyak mentah atau produk memiliki sifat yang mudah terbakar karena gas yang terbentuk dari penguapan selalu dihasilkan di dalam tangki-tangki tersebut. Oleh karena itu, muatan tersebut sangat berisiko mengalami kebakaran jika terkena panas.

Salah satu potensi bahaya yang perlu diwaspadai di kapal tanker adalah terjadinya ledakan dan kebakaran. Risiko ledakan dapat muncul selama proses penanganan muatan, yang berpotensi menghambat kelancaran kegiatan *discharge operation* di terminal maupun saat *ship to ship transfer*. Kapal tanker umumnya membawa muatan dengan titik nyala tinggi, sehingga diperlukan sistem pengamanan khusus untuk menjaga kondisi tangki agar tetap stabil dan aman selama proses pemindahan muatan berlangsung. Salah satu sistem yang

berperan penting dalam hal ini adalah *Inert Gas System (IGS)*, yang berfungsi untuk menciptakan suasana *inert* di dalam tangki guna mencegah terjadinya ledakan akibat campuran gas yang mudah terbakar.

Untuk menjaga keselamatan awak kapal serta kapal itu sendiri, para ahli telah merancang *Inert Gas System (IGS)*. Sistem ini menambahkan gas *inert* ke dalam tangki muatan, yang berisi gas atau campuran gas dengan tingkat oksigen ( $O_2$ ) yang tidak cukup untuk mengandung pembakaran hidrokarbon. Tujuannya adalah untuk memastikan kadar oksigen ( $O_2$ ) dalam tangki tetap di bawah 5% dari total volume tangki muatan di atas kapal. Sistem ini diterapkan selama proses pemuatan, pembongkaran, dan pembersihan tangki muatan, dikarenakan adanya risiko kebakaran atau ledakan yang lebih besar dalam kegiatan tersebut. Hal ini terjadi karena terdapat oksigen di dalam tangki selama proses pembongkaran, pemuatan, atau pembersihan tangki, yang dapat memenuhi kriteria segitiga api dan dapat menyebabkan atau ledakan di tangki kapal.

*Boiler* dan *Inert Gas Generator (IGG)* merupakan komponen utama dari *Inert Gas System (IGS)* yang berfungsi untuk menghasilkan gas *inert* melalui proses pembakaran. Pada sistem *boiler*, gas buang hasil pembakaran tidak langsung dibuang ke atmosfer, melainkan dimanfaatkan kembali dan diolah di *scrubber tower* menjadi gas *inert* yang berguna untuk menjaga keamanan tangki muatan. Sementara itu, *Inert Gas Generator (IGG)* bekerja dengan prinsip berbeda, yaitu memproduksi gas *inert* dari proses pembakaran yang terjadi di dalam unit *Inert Gas Generator (IGG)* itu sendiri, sehingga sistem ini dapat beroperasi secara mandiri tanpa bergantung dari gas buang dari *boiler* untuk menjaga keamanan tangki.

Sesuai dengan peraturan dari *International Maritime Organization* (IMO), penerapan sistem gas lembam (*Inert Gas System*) di kapal tanker sudah bukan merupakan hal yang baru. Sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam amandemen SOLAS 1974, kapal tanker wajib dilengkapi dengan sistem gas lembam yang telah di pasang (*Fixed Inert Gas System*). Hal ini berlaku jika kontrak pembangunannya ditandatangani setelah 1 Juni 1979, dengan peletakan lunas pada 1 Januari 1980, dan serah terima pada 1 Juni 1982. Untuk kapal tanker yang lebih tua, penggunaan sistem gas lembam menjadi wajib pada tahun 1983 bagi kapal yang memiliki ukuran 20.000 DWT ke atas. *Inert Gas Generator* adalah alat bantu yang sangat penting dalam operasi kapal tanker saat melakukan kegiatan bongkar muat. *Inert Gas Generator* berperan untuk mengurangi kadar oksigen yang ada dalam tangki muatan kargo. Kadar oksigen dianggap aman dalam tangki muatan adalah di bawah 5%

Saat peneliti melakukan praktik laut di MT. Papandayan yang dimiliki oleh PT. Pertamina *International Shipping* selama dua belas bulan, sering mendapati alat bantu untuk membantu proses muat, yaitu *Inert gas generator* mengalami kegagalan pembakaran setelah dilakukan pengamatan dan pemeriksaan diketahui bahwa *nozzle* pada *main burner* mengalami penyumbatan, yang mengakibatkan kerugian pada operasional kapal. Dari permasalahan dan latar belakang di atas peneliti tertarik melakukan penelitian tentang penyebab dari gagalnya pembakaran pada *Inert Gas Generator (IGG)* yang menunjang kelancaran bongkar muat di atas kapal dan menuangkannya dalam skripsi yang berjudul “**Analisis penyebab kegagalan pembakaran pada *Inert Gas Generator* di MT. Papandayan**”

## B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan, di mana terdapat batasan untuk memilih data yang relevan dengan masalah yang akan dijadikan dasar penelitian. Memperhatikan banyaknya sudut pandang tentang masalah yang ada, dalam penyusunan penelitian ini, peneliti menetapkan fokus penelitian yang dapat disediakan berdasarkan pengetahuan dan referensi-referensi yang berkaitan dengan masalah ini yang bisa digunakan sebagai sumber data. Untuk memudahkan pemahaman, peneliti menetapkan fokus penelitian tentang kegagalan pembakaran pada *inert gas generator*

## C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah adalah pernyataan yang ingin dijawab melalui pengumpulan data dan bertujuan untuk membantu menyelesaikan masalah yang akan dibahas. Umumnya rumusan masalah disusun dalam bentuk pertanyaan dan harus berkaitan dengan fokus penelitian yang akan diangkat. Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Faktor apa saja yang menyebabkan kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* di MT. Papandayan ?
2. Dampak apa saja yang ditimbulkan dari kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* di MT. Papandayan ?
3. Bagaimana upaya untuk mengatasi kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* di MT. Papandayan ?

## D. Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan yang ingin dicapai peneliti dalam penelitian mengenai masalah yang terjadi, yaitu:

1. Untuk mengetahui faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* di MT. Papandayan
2. Untuk mengetahui dampak dari terjadinya kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* di MT. Papandayan
3. Untuk mengetahui upaya yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* di MT. Papandayan

#### **E. Manfaat penelitian**

Hasil penelitian yang peneliti dapatkan dari judul “Analisis penyebab kegagalan pembakaran pada *Inert Gas Generator* di MT. Papandayan” besar harapan peneliti agar dapat membawa manfaat sebagai berikut:

##### **1. Manfaat Teoritis**

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, penulis berharap agar karya tulis ini dapat berfungsi sebagai sarana untuk menambah wawasan tentang masalah yang timbul dalam sistem pembakaran di *inert gas generator*

- a. Untuk mengembangkan pengetahuan di industri maritim, khususnya kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* di atas kapal, dan untuk memberikan wawasan yang berguna bagi pembaca umum dari universitas, akademi perkapalan, dan pembaca umum lainnya yang tertarik dengan sistem pembakaran pada *inert gas generator* di atas kapal.
- b. Sebagai tambahan literatur di kampus Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang mengenai penyebab kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* di atas kapal.

- c. Menjadi sumber informasi, acuan, atau kontribusi pemikiran bagi seorang pelaut ataupun kalangan umum agar mereka dapat mengerti tentang kegagalan pada proses pembakaran di *inert gas generator* di atas kapal.
- d. Penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan serta menambah pengetahuan yang dapat dijadikan bahan rujukan bagi penelitian selanjutnya, sehingga mampu menghasilkan studi yang lebih tepat dan berkualitas.

## 2. Manfaat Praktis

Sebagai pedoman yang praktis dan informatif bagi semua masinis, tujuan utama adalah memberikan pemahaman tentang dampak kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* dikapal.

- a. Bagi para masinis kapal, hasil penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam menangani masalah kegagalan pembakaran pada inert gas generator.
- b. Hasil kajian ini juga dapat menjadi masukan bagi perusahaan pelayaran agar lebih memperhatikan kualitas penyediaan cadangan peralatan mesin kapal.
- c. Untuk taruna dan taruni pelayaran, khususnya yang berada pada program studi teknika, temuan penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembelajaran mengenai pengoperasian dan pemeliharaan *Inert Gas Generator (IGG)*.
- d. Bagi PIP Semarang, penelitian skripsi ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam memperkuat pemahaman teoritis tentang

*Inert Gas Generator* serta menjadi bekal tambahan bagi calon perwira yang akan bertugas di kapal, sekaligus memperkaya karya ilmiah yang ada di perpustakaan PIP Semarang.



## BAB II

### KAJIAN TEORI

#### A. Deskripsi Teori

##### 1. Analisis

Menurut (Mujiati, 2023) analisis merupakan proses di mana masalah yang kompleks diuraikan menjadi bagian-bagian sederhana yang mudah dipahami. Analisis dapat diartikan sebagai pemecahan dari suatu sistem informasi yang lengkap menjadi bagian-bagian komponennya dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi masalah, peluang, kendala yang muncul, serta kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan. Tujuan analisis adalah untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mencari jalan keluar terhadap hambatan atau peluang yang ditemukan, sehingga perbaikan atau pengembangan selanjutnya dapat dilakukan.

Tujuan analisis dalam penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan pembakaran pada *Inert Gas Generator* (IGG), guna memperlancar kegiatan bongkar muat serta meningkatkan keselamatan operasional di MT. Papandayan.

##### 2. Kegagalan

Menurut (Hafidhoh et al., 2024) Kegagalan dapat dilihat sebagai penyimpangan yang tidak sesuai dari kondisi normal pada setidaknya satu atribut penting atau parameter dalam mesin. Kegagalan yang dialami pada mesin dapat menyebabkan mesin tersebut tidak berfungsi, sehingga mengganggu jalannya proses produksi dan mengakibatkan biaya meningkat. Baik itu biaya perawatan mesin maupun dampak dari

keterlambatan dalam proses produksi. Pengeluaran untuk pemeliharaan mesin dapat signifikan, dalam sektor minyak dan gas, biaya ini berkisar antara 15% hingga 70% dari total pengeluaran produksi.

Menurut (Indriyani & Dwisetiono, 2021) Kegagalan yang terjadi pada salah satu bagian dari sistem pelumas bisa mengakibatkan kerusakan pada seluruh fungsi kapal, yang pada akhirnya berpotensi menimbulkan kerugian besar dan menjadi ancaman pasti bagi sistem pelumas. Kegagalan juga menjadi faktor utama dalam memprediksi kinerja suatu sistem pada masa yang akan datang serta dampak yang mungkin terjadi pada komponen lain dalam sistem tersebut.

### 3. Pembakaran

Menurut (Yuanda, 2021) Pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses kimia di mana unsur oksigen bergabung dengan unsur yang mudah terbakar dari bahan bakar (reaksi oksidasi) yang dapat terjadi dengan cepat atau lambat pada suhu dan tekanan tertentu. Dalam reaksi oksidasi yang cepat, dihasilkan energi elektromagnetik (cahaya), energi panas dan energi mekanik (suara). Pada semua jenis pembakaran, kondisi campuran udara dan bahan bakar merupakan faktor utama yang harus diperhatikan untuk mencapai campuran yang sempurna. Teori segitiga api menjelaskan bahwa terdapat tiga unsur utama yang dibutuhkan untuk terjadinya pembakaran, yaitu panas, bahan bakar dan api. Namun keberadaan ketiganya saja belum cukup untuk langsung menimbulkan kebakaran (Jordan Syah Gustav et al., 2024). Dalam kondisi tersebut, yang mungkin muncul hanyalah pijar atau sinyal awal pembakaran, bukan api yang menyala sepenuhnya. Menurut

(Ambar Winarti et al., 2022) api tidak muncul secara begitu saja, melainkan terjadi melalui suatu proses kimia antara uap bahan bakar, panas, dan oksigen, yang dikenal dengan konsep segitiga api :

a. Bahan bakar

Bahan bakar bisa berupa zat padat, cair, maupun gas. Agar bisa terbakar, bahan bakar tersebut harus bercampur dengan oksigen dari udara dalam bentuk uap yang mudah menyala.

b. Oksigen

Oksigen adalah unsur penting yang dibutuhkan tidak hanya oleh makhluk hidup, tetapi juga oleh kendaraan dan industri. Oksigen berasal dari udara, dan agar proses pembakaran bisa terjadi, kandungan oksigen minimal harus sekitar 15% dari volume udara.

c. Sumber panas

Panas dibutuhkan untuk mencapai suhu penyalaan agar api bisa muncul dan terus berlangsung. Sumber panas bisa berasal dari berbagai hal seperti sinar matahari, permukaan yang panas, api terbuka, gesekan, reaksi kimia eksotermik, energi listrik, atau percikan api. Api bisa muncul secara alami ketika ketiga elemen tersebut digabungkan dalam proporsi yang sesuai. Menurut (Teuku Zulfadli, Muhammad Yusuf, 2020), berikut ini merupakan jenis-jenis pembakaran :

1). Pembakaran sempurna

Pembakaran sempurna berlangsung ketika proses oksidasi didukung oleh ketersediaan oksigen yang memadai serta bahan bakar yang memiliki angka oktana tinggi. Pembakaran jenis ini

menghasilkan asap dalam jumlah sedikit jika dibandingkan dengan pembakaran tidak sempurna. Jika suatu senyawa hidrokarbon dibakar dalam kondisi oksigen yang mencukupi atau berlebih, maka seluruh karbon dan hidrogen dalam bahan bakar bereaksi sempurna dan menghasilkan karbon dioksida dan air.



Gambar 2. 1 Segitiga Api

Sumber: <https://dinasdamkar.sukabumikab.go.id>

## 2). Pembakaran tidak sempurna

Pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas beracun dan memicu terbentuknya karbon monoksida ( $\text{CO}^2$ ). Kondisi ini terjadi ketika jumlah oksigen selama oksidasi tidak cukup. Secara sederhana, reaksi ini dijelaskan dengan fakta bahwa hidrogen dalam senyawa hidrokarbon lebih dulu bereaksi dengan oksigen, sementara karbon hanya bereaksi dengan sisa oksigen yang tersedia. Karbon monoksida terbentuk gas beracun yang tidak memiliki warna.

#### 4. *Inert gas system*

Menurut Instruction Manual Book Inert Gas Generator (IGG) Feen Marine Indonesia (2024), Inert Gas System merupakan salah satu perangkat keselamatan paling krusial pada kapal tanker karena menjadi penunjang utama dalam memastikan operasi berjalan aman dan terkendali. Gas inert sendiri merupakan gas dengan kadar oksigen di bawah 8% sehingga dapat menekan dan meniadakan potensi penyalaaan uap hidrokarbon yang mudah terbakar dalam tangki muatan. Tujuan utama dari Inert Gas System (IGS) adalah menurunkan konsentrasi oksigen di dalam tangki muatan dengan memasok gas inert, yang komposisinya didominasi oleh Nitrogen (N<sub>2</sub>) dan Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) hasil proses pembakaran terkontrol pada Inert Gas Generator. Dengan cara ini, atmosfer di dalam tangki berada pada kondisi aman dan stabil, sehingga tidak memenuhi syarat terjadinya pembakaran maupun ledakan selama kegiatan operasional kapal. Berikut ini beberapa komposisi dari gas buang tersebut:

Tabel 2. 1 Komposisi Gas Buang

Komposisi	Kadarnya
Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> )	12% - 14%
Oxygen (O <sub>2</sub> )	2% - 4%
Sulphur Dioxide ( SO <sub>2</sub> )	0,02% - 0,03%
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	± 77%

Sumber: Audi et al., 2021

Menurut (Audi et al., 2021) *Inert gas system* merupakan metode yang digunakan untuk mengalirkan *gas inert* ke dalam tangki muatan dengan tujuan meningkatkan batas bawah ledak (*Lower Explosion Limit/LEL*), yaitu konsentrasi minimum uap muatan yang memungkinkan terjadinya penyalaaan, serta secara bersamaan menurunkan batas atas ledak (*Higher*

*Explosion Limit/HEL*), yakni konsentrasi maksimum uap yang masih dapat meledak.

Secara teoritis, jika konsentrasi *gas inert* dalam tangki mencapai 10%, maka uap muatan tidak lagi dapat terbakar. Namun, dalam praktiknya angka ini biasanya berada di bawah 8%. Untuk alasan keselamatan, konsentrasi gas inert dalam tangki dijaga pada level sekitar 5% (Oil Companies Internasional Marine Forum, 2017). Penemuan *inert gas system* telah menjadi inovasi paling signifikan dalam meningkatkan keselamatan kerja di atas kapal tanker. Sistem ini berperan penting dalam mencegah insiden kebakaran dan ledakan di area muatan (*cargo spaces*) kapal tanker.

*Inert gas* adalah jenis gas atau campuran gas yang berfungsi untuk menurunkan kadar oksigen di udara hingga tingkat yang cukup rendah guna mencegah kemungkinan terjadinya kebakaran atau ledakan. Kondisi *inert* (lambam) tercapai ketika kadar oksigen di dalam tangku dipertahankan pada tingkat 5% atau lebih rendah dari total komposisi gas yang ada di dalam tangki. Secara umum, terdapat beberapa ketentuan mengenai inert gas sistem sebagaimana tercantum dalam *Rules Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) vol III section 15 spesial Requirs for tanker*, antara lain:

- a. Gas lambam dapat dihasilkan dari *boiler* utama maupun bantu, *inert gas generator* dengan unit pembakaran independen, atau menggunakan generator nitrogen
- b. Dalam kondisi operasional normal, *inert gas system* harus mampu mencegah masuknya udara ke dalam tangki dan menjaga kadar oksigen di dalam tangki tidak melebihi 8% dari total volume.

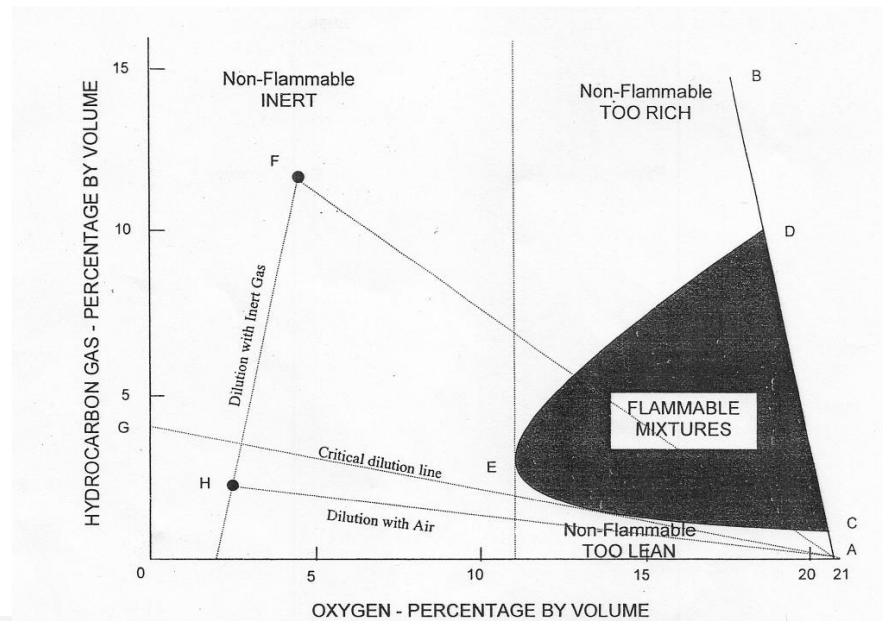
- c. Memasukkan *gas inert* ke dalam tangki kosong bertujuan untuk menurunkan kadar hidrokarbon hingga kurang dari 2% volume tangki.
- d. Kadar oksigen dalam *gas inert* yang digunakan tidak boleh melebihi 5% dari total volumenya.

#### 5. *Inert Gas Generator*

Menurut (Rachman et al., 2020) terdapat dua jenis mesin bantu yang digunakan untuk menghasilkan gas lembam, yaitu *boiler* dan inert gas generator. Pada sistem *boiler* gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran dimanfaatkan sebagai sumber *gas inert*, setelah terlebih dahulu melalui sejumlah tahapan pemrosesan. Sementara itu, *inert gas generator* secara khusus dirancang untuk menghasilkan *gas inert* melalui proses pembakaran internalnya sendiri. *Inert gas generator* secara khusus dikembangkan untuk menghasilkan gas lembam yang diperlukan.

*Inert gas generator* adalah susunan perangkat yang mencakup alat pembuat *gas inert* beserta jaringan distribusinya, dilengkapi dengan perlengkapan untuk mencegah gas mengalir balik ke ruang mesin, serta alat ukur tetap maupun portabel. Proses *inerting* merujuk pada pengisian *gas inert* ke dalam tangki guna menciptakan kondisi lembam. *Purging* adalah proses memasukkan *gas inert* ke dalam tangki yang telah berada dalam kondisi lembam, dengan tujuan menurunkan kadar oksigen agar saat udara luar masuk, tidak timbul risiko ledakan. *Gas freeing* adalah proses mengalirkan udara segar ke dalam tangki guna mengeluarkan gas-gas beracun. Sementara itu, *topping up* adalah penambahan *gas inert* ke dalam

tangki yang telah berada dalam kondisi lembam untuk meningkatkan tekanan dalam tangki, sehingga mencegah masuknya udara dari luar.



Gambar 2. 2 Flammability Diagram  
Sumber: Manual Book

Gas hidrokarbon yang umumnya terdapat pada kapal tanker tidak akan mengalami pembakaran apabila berada dalam atmosfer yang memiliki kandungan oksigen kurang dari sekitar 11% berdasarkan volume. Oleh karena itu, salah satu langkah pencegahan terhadap risiko kebakaran maupun ledakan di ruang uap tangki kargo adalah dengan mempertahankan kadar oksigen pada tingkat yang lebih rendah dari nilai tersebut.

Rentang kemudahan terbakar berbeda-beda pada setiap jenis gas hidrokarbon murni maupun pada campuran uap yang berasal dari berbagai jenis cairan. Dalam praktik operasional, batas bawah kemudahan terbakar (Lower Flammable Limit/LFL) dan batas atas kemudahan terbakar (Upper Flammable Limit/UFL) dari uap minyak mentah umumnya diasumsikan masing-masing sebesar 2% dan 10% berdasarkan volume. Nilai tersebut

digambarkan oleh titik C dan D pada garis AB dalam diagram. Setiap titik pada diagram tersebut merepresentasikan komposisi campuran gas hidrokarbon, udara, serta gas inert yang ditentukan berdasarkan kandungan hidrokarbon dan oksigennya.

Ketika gas inert ditambahkan ke dalam campuran gas hidrokarbon dan udara, rentang kemudahan terbakar akan semakin menyempit hingga mencapai suatu kondisi yang ditunjukkan oleh titik E, yaitu saat LFL dan UFL bertemu. Kondisi ini terjadi pada kandungan oksigen sekitar 11%. Namun, dalam penerapan operasional di kapal, untuk memberikan faktor keselamatan tambahan, batas kandungan oksigen yang digunakan sebagai acuan awal biasanya ditetapkan sebesar 8%. Pada tingkat tersebut, campuran antara gas hidrokarbon dan udara tidak akan dapat terbakar dalam kondisi apa pun.

Dalam upaya menghilangkan salah satu elemen penyebab bahaya, oksigen merupakan komponen yang paling mudah dikendalikan pada kapal tanker yang dilengkapi dengan *inert gas system*. *Inert gas system* berfungsi untuk menjaga kadar oksigen serendah mungkin sesuai dengan batas aman yang telah ditetapkan. Upaya ini sangat krusial agar atmosfer di dalam tangki tetap berada dalam kondisi aman dan stabil serta tidak mudah memicu terjadinya kebakaran maupun ledakan. Oleh karena itu, sistem ini memiliki sejumlah fungsi utama yang berkaitan langsung dengan keselamatan tangki muatan, yaitu:

a. Pencegahan kebakaran dan ledakan

*Inert Gas generator* berkerja menurunkan kadar oksigen di dalam tangki hingga berada di bawah batas yang memungkinkan terjadinya pembakaran di bawah 8% idealnya 5%

b. Pengendalian Atmosfer Tangki

Sistem ini memastikan kondisi udara di dalam tangki tetap stabil dan aman selama berlangsungnya proses bongkar, muat maupun saat menjalani pembersihan tangki.

c. Perlindungan terhadap muatan

Dengan menciptakan atmosfer yang inert, Inert Gas Generator (IGG) mencegah terjadinya reaksi kimia yang dapat berdampak buruk pada kualitas kargo atau memicu risiko berbahaya.

d. Memenuhi Regulasi

Penggunaan IGG juga berfungsi untuk memenuhi ketentuan keselamatan yang ditetapkan oleh SOLAS dan ISGOTT, yang mewajibkan penerapan sistem ini pada jenis kapal tanker tertentu.

6. Komponen-komponen Inert Gas Generator

Berikut ini merupakan komponen utama dari *inert gas generator*:

a. *Scrubber tower*

Menurut (David et al., 2025) *Scrubber* merupakan alat yang dipasang pada saluran pembuangan sistem setelah *boiler*, yang berfungsi untuk mengolah gas buang dengan berbagai media seperti air laut atau air tawar. Tujuannya adalah untuk mengurangi kandungan sulfur oksida secara signifikan dari gas buang. Terdapat dua jenis

*scrubber*, yaitu tipe basah dan tipe kering. *Scrubber* kering menggunakan bahan kimia padat, sedangkan *scrubber* basah memanfaatkan air sebagai media pembersih. Dibandingkan tipe kering, *scrubber* basah lebih banyak digunakan di kapal karena biayanya lebih ekonomis dan ukurannya ringkas, sehingga menjadi pilihan paling umum dalam industri kapal.



Gambar 2. 3 *Scrubber Tower*  
Sumber: Dokumen Pribadi 2024

*Scrubber* pada sistem *inert gas generator* merupakan salah satu komponen penting yang berperan dalam menyaring gas buang hasil pembakaran sebelum dimanfaatkan sebagai *gas inert*. *Scrubber* bertugas untuk mendinginkan gas buang hingga mencapai suhu yang aman untuk pemanfaatan lebih lanjut, menyaring partikel serta zat pencemar berbahaya dari gas buang, dan mengurangi kadar oksigen dalam gas hingga berada di bawah batas maksimum (<5%) agar dapat dikategorikan sebagai *gas inert*.

b. *Blower*

Menurut (Tazani & Triwahyuni, 2025) *Inert gas blower* berfungsi sebagai pompa pengantar dari *inert gas* ke dalam tangki-tangki muatan dan *slop tanks*. Kapal yang dilengkapi dengan sistem gas lembam harus ada dua buah *blower fan* yang kapasitas totalnya 125% dari kapasitas pompa muatannya, atau *max discharge rate capacity by volume*. Blower merupakan perangkat mekanis yang digunakan untuk memindahkan atau mendorong aliran udara atau gas dari satu tempat ke tempat lainnya dengan tekanan menengah, lebih besar dari kipas, namun tidak setinggi tekanan pada kompresor. Umumnya, blower dimanfaatkan untuk memperlancar sirkulasi udara atau gas dalam sistem tertutup, seperti pada proses ventilasi, pembakaran, sistem pendingin, pengeringan, maupun pada sistem *gas inert* untuk mengalirkan hasil gas lembam menuju tangki muatan.



Gambar 2. 4 *Blower IGG*  
Sumber: Dokumen Pribadi 2024

c. *Main burner*

*Main burner* pada *inert gas generator* merupakan bagian yang berperan dalam membakar bahan bakar dengan udara yang terbatas. Proses ini menghasilkan gas buang kemudian gas buang tersebut akan di dinginkan dengan media air laut di *scrubber*, sehingga gas buang tersebut mengandung oksigen rendah <5% dan karbon dioksida tinggi, gas tersebut yang dinamakan gas lembam yang tidak mudah terbakar. *Main Burner* dibuat dengan tujuan untuk menjamin proses pembakaran berlangsung secara efisien dan aman, serta mengurangi jumlah emisi polutan yang dihasilkan selama proses pembakaran yang menghasilkan gas buang.

d. *Pilot Burner*

*Pilot burner* merupakan komponen pembakar yang kecil berfungsi sebagai pemicu awal untuk menyalakan *main burner*. Tanpa adanya nyala dari *pilot burner*, proses pembakaran *main burner* tidak dapat berlangsung aman maupun terkontrol. *Pilot burner* dilengkapi dengan sistem pengapian otomatis serta sensor nyala api yang berfungsi untuk memastikan keberadaan api selama proses pembakaran berlangsung.

e. *Oxygen Analyzer*

Menurut (Silva et al., 2022) *Oxygen analyzer* adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur kadar oksigen dalam gas berdasarkan persentase volume. Selain berfungsi sebagai alat ukur, perangkat ini juga memiliki peran dalam mengawasi dan mengaktifkan sistem peringatan apabila konsentrasi oksigen dalam gas melebihi batas aman

yang telah ditetapkan. Umumnya, *oxygen analyzer* dipasang secara permanen untuk memantau kadar oksigen secara terus menerus. Oleh karena itu, untuk memastikan kondisi operasi tetap aman dan terkendali, diperlukan acuan standar mengenai batas normal dan aman kadar oksigen. Berikut ini adalah tingkat komposisi oksigen:



Gambar 2. 5 *Oxygen Analyzer*  
Sumber: Dokumen Pribadi 2024

1) Batas tingkat oksigen (11%)

Diperlukan untuk mendukung proses pembakaran atau ledakan. Namun, tingkat ini tidak dianggap aman karena tidak ada kemungkinan apabila terjadi kesalahan pengukuran.

2) Tingkat maksimum oksigen yang diperbolehkan (8%)

Pada tingkat ini, kandungan oksigen sebesar 8% sudah diperbolehkan selama *inert gas system* beroperasi. Namun

demikian, segala tindakan yang diperlukan harus dilakukan untuk menjaga agar kadar oksigen tetap berada di bawah angkut tersebut.

3) Tingkat baik oksigen (5%)

Tingkat ini merupakan standar keselamatan khusus yang wajib dijaga oleh kapal yang beroperasi secara normal, bahkan saat menghadapi *inert gas system* terburuk sekalipun.

4) Tingkat terbaik oksigen (<3%)

Tingkat ini merupakan tingkat terbaik dengan kadar oksigen kurang dari 3% bagi kapal yang beroperasi secara optimal

f. *Deck water seal*



Gambar 2. 6 *Deck Water Seal*  
Sumber: Dokumen Pribadi 2024

*Deck water seal (DWS)* berfungsi sebagai pengaman untuk mencegah aliran balik (*back flow*) gas hidrokarbon dari tangki muatan menuju ruang mesin atau unit *inert gas* lain. Alat ini dirancang sedemikian rupa agar gas lembam dapat mengalir bebas ke tangki

muatan, namun tetap menghalangi kembalinya gas hidrokarbon, terutama saat aliran gas lambat dihentikan sementara.

## 7. Prinsip kerja

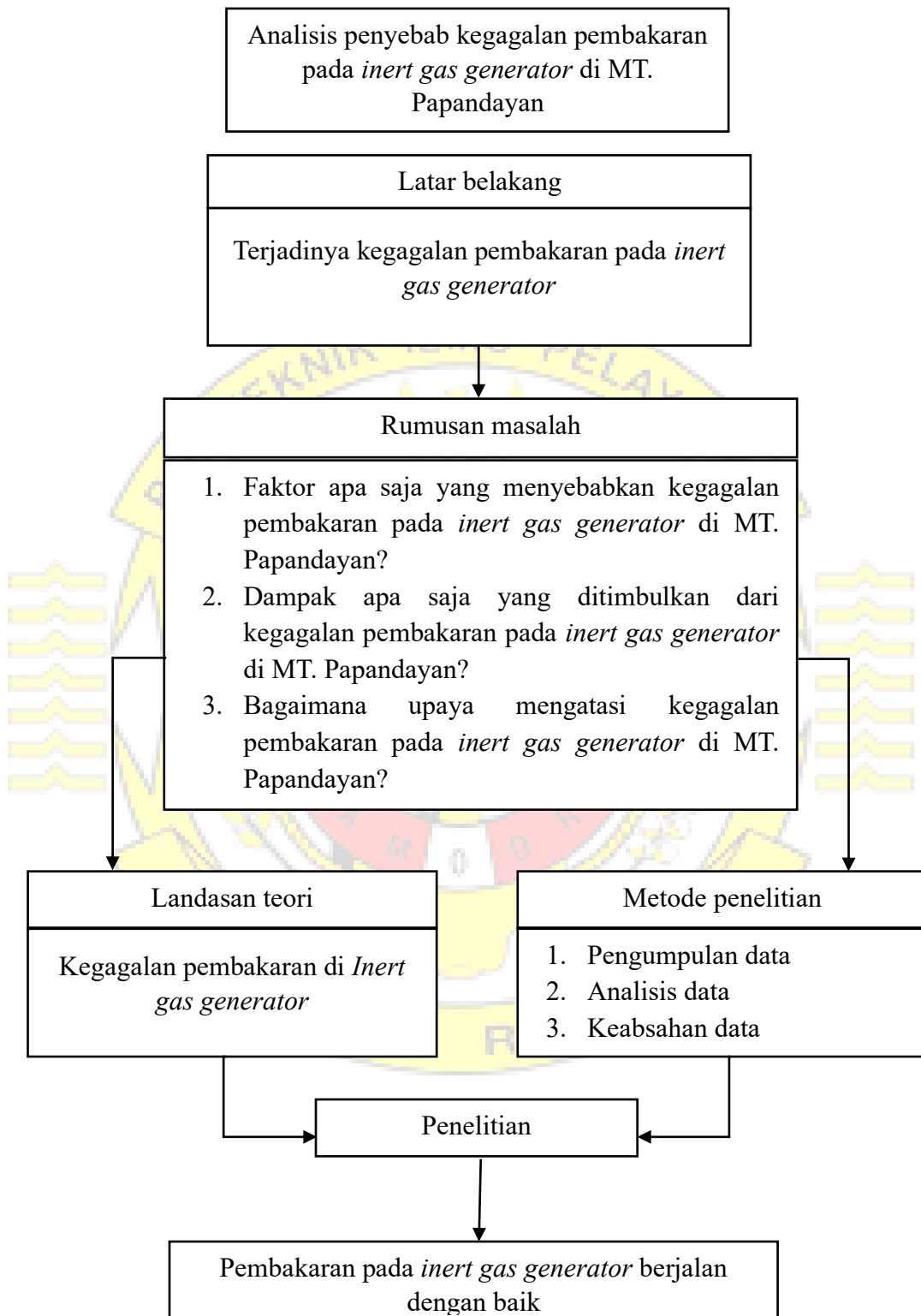
Menurut (Fathur Rohman & Anwar, 2024) *Inert gas generator* berfungsi menghasilkan *gas inert* melalui proses pembakaran stoikiometri bahan bakar dengan udara. Bahan bakar minyak yang merupakan senyawa hidrokarbon, dan udara merupakan campuran dari 79% nitrogen dan 21% oksigen. Proses dimulai dengan pemompaan bahan bakar oleh *fuel oil pump* menuju *pilot burner*, yang kemudian menyalakan *main burner*. Udara untuk pembakaran disuplai menggunakan *blower*. Selama proses ini, nyala api dipantau oleh *flame detector* dan berlangsung di *combustion chamber* yang dilengkapi jaket pendingin air (*cooling water jacket*) untuk menjaga suhu ruang pembakaran.

Gas hasil pembakaran yang mengandung karbon dioksida, nitrogen, dan oksigen kemudian dialirkan ke *washing tower* melalui *spray nozzle*. *Nozzle* ini menyemburkan air laut untuk mendinginkan *gas inert*. Selanjutnya gas melewati *demister* yang bertugas menyaring kabut agar tidak terbawa oleh inert gas. Kabut yang terkondensasi akan dialirkan ke *oxygen analyzer* untuk mengukur kadar oksigen. Jika kadar oksigen melebihi 5%, *gas inert* akan dibuang ke atmosfer. Setelah lolos uji kadar oksigen, *gas inert* akan dialirkan ke *deck water seal* untuk mencegah aliran balik dari tekanan gas di dalam tangki. Saat tekanan dalam tangki naik, cairan segel dalam pipa bagian dalam ikut naik. Jika tekanan melebihi batas, cairan terdorong keluar untuk melepaskan tekanan. Ketika tekanan turun,

cairan akan naik lagi melalui pipa luar dan kembali ke tangki, memungkinkan udara luar masuk ke tangki. Dengan demikian, *deck water seal* berperan sebagai pengaman yang memastikan satu arah aliran gas serta menjaga kestabilan tekanan dalam sistem.



## B. Kerangka Penelitian



Gambar 2. 7 Kerangka Penelitian  
Sumber : Dokumen Pribadi 2024

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama praktek laut di kapal MT. Papandayan melalui metode observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi pustaka yang dianalisis menggunakan fishbone analysis dengan pendekatan 4M, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* di MT. Papandayan disebabkan oleh beberapa faktor yang saling berkaitan, dengan faktor *machine* (mesin) sebagai penyebab dominan. Faktor ini meliputi tersumbatnya *nozzle main burner* dan kondisi filter bahan bakar yang kotor, yang mengakibatkan penyemprotan dan aliran bahan bakar tidak optimal. Selain itu, faktor man dipengaruhi oleh kurangnya pengawasan awak mesin, faktor *method* terkait penerapan *planned maintenance system* yang belum konsisten, serta faktor material yang disebabkan oleh kualitas bahan bakar yang kurang baik.
2. Kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* menyebabkan menurunnya kualitas gas inert, terutama meningkatnya kadar oksigen, sehingga fungsi pengamanan tangki muatan tidak tercapai secara optimal. Selain itu, *inert gas generator* sering mengalami gangguan operasi yang menghambat proses *inerting* dan kelancaran kegiatan kapal. Dampak lainnya adalah meningkatnya keausan komponen pembakaran serta bertambahnya beban kerja awak mesin.

3. Kegagalan pembakaran pada *inert gas generator* diatasi dengan memperhatikan seluruh faktor 4M, antara lain pembersihan dan pemeriksaan rutin *nozzle main burner* serta filter bahan bakar, peningkatan pengawasan dan pemahaman awak mesin, *penerapan planned maintenance system* secara disiplin, serta pengendalian kualitas bahan bakar yang digunakan. Dengan penerapan upaya tersebut, kegagalan pembakaran dapat diminimalkan dan keandalan inert gas generator dapat ditingkatkan.

#### **B. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Penelitian hanya dilakukan pada satu kapal, yaitu MT. Papandayan, sehingga hasil penelitian belum dapat sepenuhnya digeneralisasikan untuk kapal lain dengan tipe dan spesifikasi inert gas generator yang berbeda. Selain itu, keterbatasan waktu selama praktek laut menyebabkan pengamatan hanya dilakukan pada kondisi operasional tertentu dan belum mencakup seluruh variasi kondisi kerja inert gas generator. Data penelitian yang sebagian besar diperoleh melalui observasi dan wawancara juga memungkinkan adanya unsur subjektivitas dalam penilaian.

#### **C. Saran**

1. Melakukan pemeriksaan awal terhadap sistem pembakaran inert gas generator sebelum pengoperasian, khususnya pada kondisi *nozzle main burner* dan filter bahan bakar, guna mencegah terjadinya pembakaran yang tidak stabil.

2. Pembersihan nozzle main burner serta perawatan dan penggantian filter bahan bakar perlu dilakukan secara rutin sesuai planned maintenance system agar aliran bahan bakar dan proses pembakaran tetap optimal.
3. Pengawasan terhadap kualitas bahan bakar dan kedisiplinan dalam penerapan prosedur pengoperasian serta perawatan inert gas generator perlu ditingkatkan untuk menghindari terulangnya kegagalan pembakaran.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alkin, M. C., & Patton, M. Q. (2020). Qualitative evaluation and research methods. *Journal of MultiDisciplinary Evaluation*, 16(35), 1–13. <https://doi.org/10.56645/jmde.v16i35.637>
- Ambar Winarti, Romadhani Tri Purnomo, Esri Rusminingsih<sup>3</sup>, Marwanti, Marwanti, Cori Elsera, Supardi, Ratna Agustiningrum, PuputRisti Kusumaningrum, Fitriana Noor Khayati, & Nur Wulan Agustina. (2022). Simulasi Penanggulangan Kebakaran Dengan Alat Sederhana Pada Siswa Siswi Mi Muhammadiyah Kalikotes Klaten. *J-ABDI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 3661–3666. <https://doi.org/10.53625/jabdi.v2i1.2260>
- Audi, A., Setiyantara, Y., Astriawati, N., & Suganjar, S. (2021). Evaluasi Pelaksanaan Inert Gas System (IGS) Pada Kapal Tanker (Studi Kasus Di Kapal MT. Winson No.5 Milik Perusahaan Winson Oil Singapore). *Jurnal Sains Dan Teknologi Maritim*, 21(2), 126. <https://doi.org/10.33556/jstm.v21i2.276>
- Balaka, M. Y. (2022). Metode penelitian Kuantitatif. *Metodologi Penelitian Pendidikan Kualitatif*, 1, 130.
- David, M., Kamal, A. I., Wicaksono, R. B., & Hidayat, B. (2025). Optimalisasi Scrubber Dalam Menurunkan Kadar Sulfur Dioksida Di Kapal Mv. Cma Cgm Elbe. *Jurnal Maritim Malahayati*, 6(1), 284–291. <https://doi.org/10.70799/jumma.v6i1.109>
- Fathur Rohman, H., & Anwar, T. (2024). Kalkulasi Persentase Oksigen untuk Mengoptimalkan Kinerja Inert Gas Generator Guna Menunjang Operasional di Kapal MT. Bull Kangean. *Jurnal Matematika Dan Sains Pada Pelayaran*, 2(1), 107–111. <https://doi.org/10.15643/swipc-2024-19>
- Hafidhoh, N., Atmaja, A. P., Syaifuddiin, G. N., Sumafta, I. B., Pratama, S. M., & Khasanah, H. N. (2024). Machine Learning untuk Prediksi Kegagalan Mesin dalam Predictive Maintenance System. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 15(1), 56–66. <https://doi.org/10.14710/jmasif.15.1.63641>
- Indriyani, R., & Dwisetiono, D. (2021). Kajian Kegagalan Komponen Dan Perawatan Pada Sistem Pelumas Mesin Diesel Di Kapal. *Zona Laut Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.62012/zt.v2i1.12884>
- Jabnabillah, F., Aswin, A., & Fahlevi, M. R. (2023). Efektivitas Situs Web Pemerintah Sebagai Sumber Data Sekunder Bahan Ajar Perkuliahan Statistika. *Sustainable Jurnal Kajian Mutu Pendidikan*, 6(1), 59–70. <https://doi.org/10.32923/kjmp.v6i1.3373>

- Jordan Syah Gustav, Muhammad Alfian Alfian, Resantya Adista Maharani, Dwi Irma Amalia Husna, Rillia Rully Adisty, Renata Amara Ginesti, Aisyah Rani Sholichah, Shinta Nur Fitri, Ribby Nafian Akbar, Arsheila Sarah, Cheren Nabila Honesty Kusuma, Fahreza Wisnu Mahendra, & Muhamad Efendi Kurniawan. (2024). Analisis Efektivitas Penyuluhan, Pelatihan Penggunaan Alat Pemadam, dan Simulasi Kebakaran pada UMKM Keripik Tempe di Jatiyoso, Karanganyar. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 8(2), 32–44. <https://doi.org/10.57214/jusika.v8i2.620>
- Levitt, H. M., Bamberg, M., Creswell, J. W., Frost, D. M., Suárez-orozco, C., Appelbaum, M., Cooper, H., Kline, R., Mayo.Wilson, E., Nezu, A., & Rao, S. (2018). Reporting Standards for Qualitative Research in Psychology: The APA Publications and Communications Board Task Force Report. *American Psychologist*, 1(2), 26–46. [http://search.proquest.com.ezp-prod1.hul.harvard.edu/docview/61476746?accountid=11311%5Cnhttp://sfx.hul.harvard.edu/hvd?url\\_ver=Z39.88-2004&rft\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&sid=ProQ:ProQ:socabshell&atitle=The+Victim+Ideology+of+Whit](http://search.proquest.com.ezp-prod1.hul.harvard.edu/docview/61476746?accountid=11311%5Cnhttp://sfx.hul.harvard.edu/hvd?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&genre=article&sid=ProQ:ProQ:socabshell&atitle=The+Victim+Ideology+of+Whit)
- Michael Nnaemeka Ajemba, & Ebube Chinwe Arene. (2022). Possible advantages that may be enhanced with the adoption of research triangulation or mixed methodology. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 6(1), 058–061. <https://doi.org/10.30574/msarr.2022.6.1.0066>
- Mujiati, H. (2023). Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Stok Obat Pada Apotek Arjowinangun Hanik Mujiati, Sukadi. 4(1), 11–15.
- Nasution, F. H., Risnita, Jailani, M. S., & Roni, J. (2024). Kombinasi (Mixed-Methods) Dalam Praktis Penelitian Ilmiah. *Jurnal Genta Mulia*, 15(2), 251–256.
- OCIMF. (2017). Inert gas systems; The use of inert gas for the carriage of flammable oil cargoes. *Ocimf*, 29, 1–5. <https://www.ocimf.org/document-library/96-inert-gas-systems-the-use-of-inert-gas-for-the-carriage-of-flammable-oil-cargoes/file>
- Patton, M. Q. (2020). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications.
- Rachman, A., Bagaskoro, & Rizki, G. (2020). Optimalisasi Perawatan Kompresor Udara Guna Menunjang Operasional Mesin Induk Di Kapal MT Java Palm. *Meteor STIP Marunda*, 13(2), 66–70. <https://doi.org/10.36101/msm.v13i2.154>
- Safrudin, R., Zulfamanna, Kustati, M., & Sepriyanti, N. (2023). Penelitian Kualitatif. *Journal Of Social Science Research*, 3(2), 1–15.

- Silva, S., Seno, A., & Hermanto, A. (2022). Kinerja Inert Gas Generator Untuk Mendapatkan Oksigen Konten 3% Pada Gas Lembam. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, 4(1), 7–13. <https://doi.org/10.51578/j.sitektransmar.v4i1.43>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Ed. 2, Cet. 29). Bandung: Alfabeta.
- Surahman, E., Satrio, A., & Sofyan, H. (2020). Kajian Teori Dalam Penelitian. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(1), 49–58. <https://doi.org/10.17977/um038v3i12019p049>
- Tazani, A. A., & Triwahyuni, S. N. (2025). *Kerusakan Blower Inert Gas System Akibat Korosi : Evaluasi Sistem dan Material pada MT . SC Champion*. 7(1), 88–101. <https://doi.org/10.54249/iwj>
- Teuku Zulfadli, Muhammad Yusuf. (2020). Kaji Efisiensi Pemanfaatan Energi Bahan Bakar Untuk Kasus Perebusan Air. *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, 1(1), 25–35. <https://doi.org/10.55616/jitu.v1i1.153>
- Wahyu Ilhami, M., Nurfajriani, W. V., Arivan, M., Sirodj, R. A., & Afgani, M. W. (2024). *Penerapan Metode Studi Kasus Dalam Penelitian Kualitatif Muhammad*. 10(9), 167–186.
- Yuanda, R. S. E. (2021). Sertifikasi Ahli K3 Muda BNSP (Dasar-Dasar Pencegahan & Pemadaman Kebakaran).
- Yuliani, W., & Supriatna, E. (2023). *Metode Penelitian bagi Pemula*. Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung.

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### Lampiran 1 Wawancara

#### Identitas Informan

Nama : Muhamad Pessy Tanura

Jabatan : Second Engineer (2/E)

#### Hasil Wawancara

Peneliti : Selamat siang bas, izin bertanya sebagai penanggung jawab inert gas generator di MT. Papandayan, tentang permasalahan kegagalan pembakaran pada IGG yang terjadi kemarin. Menurut bas apa penyebab utama terjadinya kegagalan pembakaran tersebut?

2/E : Iya selamat siang det, Penyebab yang paling dominan berasal dari faktor mesin, khususnya nozzle main burner yang tersumbat serta kondisi filter bahan bakar yang kotor. Kedua komponen ini sangat memengaruhi kelancaran aliran dan penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar.

Peneliti : Apa dampak yang ditimbulkan akibat kegagalan pembakaran pada IGG tersebut bas?

2/E : Dampaknya cukup signifikan, antara lain kualitas gas inert yang dihasilkan menjadi tidak optimal karena kadar oksigen meningkat. Selain itu, proses inerting tangki menjadi tertunda dan dapat mengganggu kelancaran operasional kapal.

Peneliti : Langkah apa yang dilakukan untuk mengatasi dan mencegah kegagalan pembakaran tersebut?

2/E : Upaya yang dilakukan meliputi pembersihan dan pemeriksaan rutin pada nozzle main burner dan filter bahan bakar, peningkatan pengawasan saat IGG dioperasikan, serta penerapan planned maintenance system secara konsisten

Peneliti : Siap terima kasih bas atas informasi yang telah diberikan

2/E : Sama-sama det, semoga ilmunya bermanfaat



### Identitas Informan

Nama : M. Ainul Khoiri

Jabatan : Chief Engineer (C/E)

### Hasil Wawancara

Peneliti : Selamat siang, Chief. Sebagai Kepala Kamar Mesin, bagaimana pandangan Chief terhadap permasalahan kegagalan pembakaran pada inert gas generator yang pernah terjadi di MT. Papandayan?

KKM : Selamat siang. Dari sudut pandang saya, kegagalan pembakaran pada IGG tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi komponen, tetapi juga oleh bagaimana sistem tersebut dikelola secara keseluruhan. IGG merupakan peralatan keselamatan, sehingga gangguan sekecil apa pun perlu dilihat sebagai masalah sistem, bukan hanya masalah teknis semata.

Peneliti : Menurut Chief, faktor apa yang paling berperan dalam terjadinya kegagalan pembakaran tersebut?

KKM : Selain faktor mesin, saya menilai bahwa faktor metode dan manusia cukup berpengaruh. Ketidakkonsistenan dalam pelaksanaan planned maintenance system serta kurangnya evaluasi setelah IGG beroperasi sering menjadi penyebab tidak terdeteksinya potensi gangguan sejak awal. Jika perawatan dan pengawasan dilakukan secara disiplin, gangguan pembakaran sebenarnya dapat dicegah.

Peneliti : Bagaimana dampak kegagalan pembakaran IGG terhadap operasional kapal menurut Chief?

KKM :Dampaknya bukan hanya pada sistem IGG, tetapi juga pada keselamatan dan kelancaran operasi kapal. Kualitas gas inert yang tidak memenuhi standar dapat menunda proses inerting tangki dan memengaruhi jadwal operasional. Selain itu, gangguan berulang menunjukkan bahwa sistem pengendalian dan pengawasan perlu ditingkatkan.

Peneliti :Upaya apa yang menjadi perhatian utama Chief untuk mencegah terulangnya kegagalan pembakaran pada IGG?

KKM : Fokus utama saya adalah memastikan prosedur pengoperasian dan perawatan dijalankan sesuai standar. Awak mesin perlu memahami bahwa IGG bukan sekadar mesin bantu, melainkan sistem keselamatan. Oleh karena itu, pengawasan, evaluasi berkala, serta kepatuhan terhadap PMS harus menjadi prioritas agar keandalan IGG tetap terjaga.

Peneliti :Baik, Chief. Terima kasih atas penjelasan yang telah diberikan.

KKM :Sama-sama. Semoga penelitian ini dapat membantu meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya pengelolaan IGG di atas kapal.



### Identitas Informan

Nama : Freddy Wangloan

Jabatan : Fourth Engineer (4/E)

### Hasil Wawancara

Peneliti :Selamat siang, Bas. Sebagai Fourth Engineer yang bertanggung jawab terhadap boiler, bagaimana pandangan Bass mengenai keterkaitan sistem boiler dengan permasalahan kegagalan pembakaran pada inert gas generator?

4/E :Selamat siang. Secara prinsip, sistem pembakaran pada boiler dan inert gas generator memiliki kesamaan, terutama pada penggunaan burner, suplai bahan bakar, dan pengaturan udara pembakaran. Oleh karena itu, permasalahan pembakaran pada boiler dapat menjadi indikasi awal adanya gangguan serupa pada IGG.

Peneliti :Dari sisi pembakaran, faktor apa yang sering menyebabkan gangguan pada boiler dan IGG?

4/E :Faktor yang sering terjadi adalah nozzle burner yang kotor serta penyaringan bahan bakar yang kurang optimal. Kondisi tersebut menyebabkan nyala api tidak stabil dan pembakaran tidak sempurna. Jika kondisi ini juga terjadi pada IGG, maka kemungkinan besar akan menyebabkan kegagalan pembakaran.

Peneliti :Apa upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalkan gangguan pembakaran baik pada boiler maupun IGG?

4/E :Upaya yang dapat dilakukan adalah menjaga kebersihan nozzle burner, memastikan filter bahan bakar dalam kondisi baik, serta

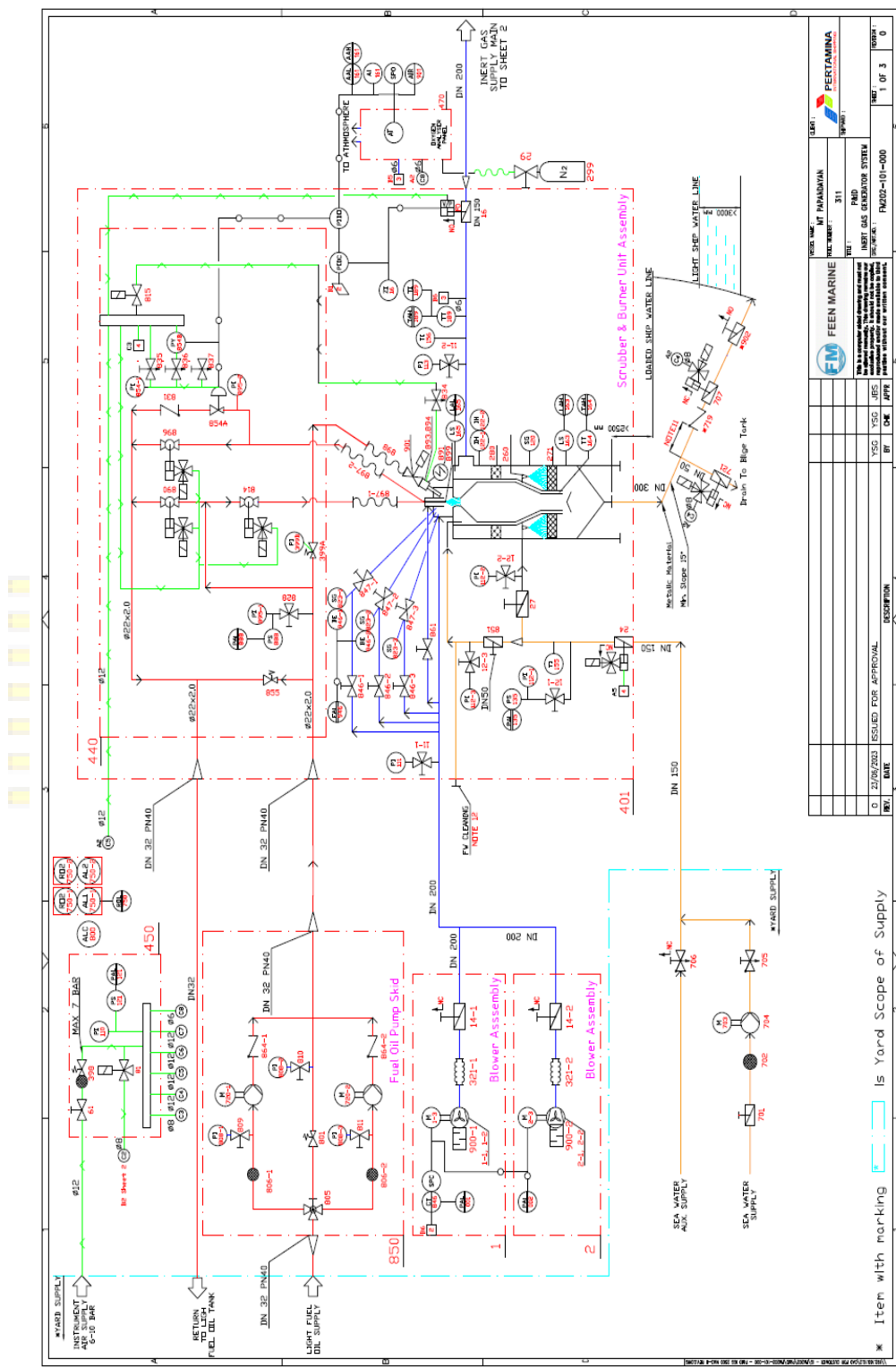
melakukan pengaturan udara pembakaran sesuai standar. Selain itu, pengawasan saat start-up juga penting untuk memastikan pembakaran berjalan normal sejak awal.

Peneliti :Baik, bass. Terima kasih atas penjelasan yang telah diberikan.

4/E :Sama-sama. Semoga dapat membantu dan bermanfaat untuk penelitian.



Lampiran 2 Diagram Pipe



PROJECT NAME	PT. HANJAYAN
NO. PROJECT	311
NO. DRAWING	PM2
NO. SHEET	1 OF 3
NO. REVISION	0
DATE	12/26/2023
ISSUED FOR APPROVAL	ISSUED FOR APPROVAL
BY	BAK
CHECKED BY	BAK
APPROVED BY	BAK
DESCRIPTION	INERT GAS GENERATOR SYSTEM
PROJECT NO.	PM2023-01-000
NO. SHEET	1 OF 3
NO. REVISION	0

Feen Marine | Page 9 of 131

## Lampiran 3 Ship Particular

**MT. PAPANDAYAN (P.1032)****SHIP PARTICULARS**

CALL SIGN	YCOY2
IMO NUMBER	9793466
MMSI NO.	525108008
VESSEL TYPE	CRUDE OIL TANKER
HULL NO.	311
OWNER	PT PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING - Patra Jasa Office Tower 14 <sup>th</sup> Floor Gatot Subroto St. Lot. 32-34 Kuningan Timur, Setiabudi South Jakarta 12950, Indonesia
BUILDER	PT DAYA RADAR UTAMA Unit V – Lamongan – Jawa Timur Indonesia
Year Of Built	JUNE 2015
FLAG	INDONESIA
CLASS	BV

**VESSEL DETAILS**

CLASS NOTATION	I +Hull +Mach Oil Tanker ESP, Unrestricted Navigation, CPS(WBT), CPS(COT) MON-SHAFT, GREEN PASSPORT, BWT, CLEANSHIP, INWATER SURVEY, VCS	
SPEED	SERVICE SPEED	12.00 knots (Planned)
DIMENSION	LOA	157.50 m
	LBP	149.50 m
	BREADTH MOULDED	27.70 m
	DEPTH MOULDED	12.00 m
TONNAGE	MAX DRAFT	7.131 m (Tropical), 6.985 m (Summer)
	GROSS TONNAGE	14750 T
WEIGHT	NET TONNAGE	4701 T
	LIGHTSHIP	7085.15 MT
	DEADWEIGHT	17713 MT
CAPACITIES	CARGO TANK CAPACITY	26896.90 m <sup>3</sup> (Including Slop Tank)
PUMPS	CARGO PUMP	3 x 650 m <sup>3</sup> /h
	STRIPPING PUMP	1 x 100 m <sup>3</sup> /h
	BALLAST PUMP	2 x 300 m <sup>3</sup> /H
MAIN ENGINE	MAKER	STX Engine Co., Ltd.
	(1 Unit) TYPE	STX-MAN B&W 6S35MC- MK7
	ENGINE POWER	BHP: 5951.74 HP, MCR 4440 kW (173 RPM)
	CYLINDER	6 CYLINDER / HFO-MDO
AUXILIARY ENGINE	MAKER	YANMAR Co. Ltd
	(3 Unit) TYPE	6EY22ALW
	RATE OUTPUT	970 kW
PROPELLER	TYPE	4 Blades, Solid Keyless
	DIAMETER X MEAN PITCH	4300 mm x 2809.3 mm
CREW	COMPLIMENT	25 Persons



## Lampiran 4 Crew List

**IMO CREW LIST**  
 (IMO FAL Form 5)

 ARRIVAL  DEPARTURE

1. Name of ship :		2. Port of arrival / departure				3. Date of arrival / departure				
MT. PAPANDAYAN		BINTUNI								
4. Nationality of ship ( Flag ) :		5. Last port of call / Next port of call				6. Nature and no. of Identify document				
INDONESIA		PLAU								
7. No.	8. Family Name, Given Name	9. Rank	10. Sex	11. National	12. Date and place of birth	Passport	Passport exp. Date	Seaman book	Seaman book exp.	
1	Sarifudin	Master	M	Indonesia	1-Jun-1987	Jepara	E7209875	7-Jun-34	G 106451	8/Oct/26
2	Gatot Supeni D.S	Ch. Officer	M	Indonesia	14-Jun-1983	Jember	C7037173	26-Jun-25	I 100175	16/Nov/26
3	Arie Wijaya Muryanto	2nd. Officer	M	Indonesia	9-Mar-1986	Semarang	C7541163	20-Apr-26	G 074848	1/Apr/26
4	Muhammad Romli Yahya	3rd. Officer	M	Indonesia	13-Jul-1994	Pati	E4432772	12-Jul-33	G 077897	25/Jun/26
5	M. Almul Khoiri	Ch. Engineer	M	Indonesia	20-Dec-1977	Demak	C8682741	21-Jun-27	I 036213	6/May/27
6	Muhamad Pessy Tanura	2nd. Engineer	M	Indonesia	23/May/1977	Surakarta	X3161054	3-Jun-34	G 043993	4/Mar/26
7	Rifki Agustianto	3rd. Engineer	M	Indonesia	3-Aug-1988	Serang	E3252118	30-Mar-33	I 058285	21/Jun/26
8	Freddy Wangloan	4th. Engineer	M	Indonesia	23-Mar-1996	Jayapura	X1062707	11-Aug-25	F 343141	20/Apr/25
9	Fauzan Hasan Basri	Electrician	M	Indonesia	18-Apr-1980	Bukit Tinggi	C7372120	3-Nov-26	G 105712	21/Sep/26
10	Juhana Rahmat	Boatwain	M	Indonesia	8/Jan/1971	Bandung	C9660332	4-Jul-27	I 038824	17/May/27
11	Fadli Hamid	Pump Man	M	Indonesia	7-Oct-1985	Surabaya	C6525926	3-Nov-25	F 190513	12/Mar/26
12	Sawidin	Able Seaman	M	Indonesia	15-May-1985	Jakarta	C6789827	26-Jun-25	F 224315	14/Mar/26
13	Mohammad Rifai	Able Seaman	M	Indonesia	29-Sep-1975	Bangkalan	E2987711	5-Apr-33	F 228985	14/Mar/26
14	Denny Erichson Fangidae	Able Seaman	M	Indonesia	11-May-1984	Surabaya	E2570751	3-Mar-33	F 249444	21/Jan/27
15	Mulyadi Candra	Ord. Seaman	M	Indonesia	28-Nov-1970	Pangkalan Irasian	E1920335	13-Dec-32	I 002612	30/Dec/25
16	Moh. Iqbal Endar B	Ord. Seaman	M	Indonesia	4-Oct-1992	Nganjuk	C7088560	14-Dec-25	H 031196	11/May/25
17	Denny Lethara	Fitter	M	Indonesia	30-Mar-1970	Jakarta	E2686998	16-Mar-33	F 322018	28/Feb/25
18	Fachruirazy	Oiler	M	Indonesia	14-Apr-1993	Banda Aceh	E30522281	6-Apr-33	H 045124	19/Dec/25
19	Arief Zulfan	Oiler	M	Indonesia	5-Sep-1969	Jakarta	C7230126	25-Apr-27	I 058288	21/Jun/26
20	Steven Hendrik Pentury	Oiler	M	Indonesia	3-Oct-1971	Ambon	C7921824	6-Jul-26	G 017193	25/Sep/25
21	Muhammad Fardhani W.	Cook	M	Indonesia	18-Jul-1990	Brebes	E8257971	31-Jul-34	F 307352	16/Jan/27
22	Tri Heryanto	Mess boy	M	Indonesia	27-Jun-1984	Brebes	C8428391	16-Feb-27	I 037963	30/Apr/27
23	Kadek Deva Susilo S.	Deck Cadet	M	Indonesia	24-Sep-2004	Bebetin	E6457953	21-Jan-34	I 027643	22/Apr/27
24	Bagus Panca Pradana	Engine Cadet A	M	Indonesia	13-Sep-2000	Pasuruan	E7689300	27-May-34	I 059170	26/Jun/27
25	Leonardo Acrux Pulung S	Engine Cadet B	M	Indonesia	9-Aug-2003	Palembang	E2860831	29-Mar-33	I 008455	1/Mar/26

13. Date and signature by master, authorized agent of officer


 IMO Convention on Facilitation of International Maritime Traffic  
 IMO FAL  
 Form 5

Lampiran 5 Running Hours Inert Gas Generator

FORM 352  
Page  
Revision: 0 Date: 04.04.23

PT PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING  
INERT GAS GENERATOR TUNNING HOURS  
Approved: Director of Fleet Management

VESSEL NAME MT. PAPANDAYAN  
MONTH Agli-23

DATE	RUN HOUR		PUMP		FILTER		OIL NOZZLE		SCRUBBER	BLOWER	OXYGEN ANALYZER	DECK WATER SEAL
	DAY	Cum.	FUEL OIL	DECK WATER SEAL	FUEL OIL	DECK WATER SEAL	MAIN BURNER	IGNITION BURNER				
Last Month			2000	2000	250-500	250-500	750	750	2000	4000	300	4000
22	7	634	224	224	224	224	224	224	224	634	16	224
23	8	649	231	231	231	231	231	231	231	641	23	231
24	0	649	239	239	239	239	239	239	239	649	31	239
25	0	649	239	239	239	239	239	239	239	649	31	239
26	16	665	255	255	255	255	255	255	255	665	47	255
27	0	665	255	255	255	255	255	255	255	665	47	255
28	0	665	255	255	255	255	255	255	255	665	47	255
29	0	665	255	255	255	255	255	255	255	665	47	255
30	0	665	255	255	255	255	255	255	255	665	47	255
31	5	670	260	260	260	260	260	260	260	670	52	260
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>670</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>670</b>	<b>52</b>	<b>260</b>

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Leonardo Acrux
2. Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 9 Agustus 2003
3. NIT : 582111228039 T
4. Agama : Islam
5. Jenis Kelamin : Laki-Laki
6. Golongan Darah : O
7. Alamat : Jl. Ababil 1 No. 007 Rt. 006 / Rw. 001  
Kel. Randugunting Kec. Tegal Selatan Kota Tegal,  
Jawa Tengah
7. Nama Orang tua
  - a. Ayah : Capt. Pulung Setiadi Prianggono
  - b. Ibu : Almh. Riyanti Ajei
8. Alamat : Jl. Ababil 1 No. 7 Rt. 006/ Rw. 001  
Kel. Randugunting Kec. Tegal Selatan Kota Tegal,  
Jawa Tengah
9. Riwayat Pendidikan :
 

SD	: SD Negeri 9 Mangkukusuman
SMP	: SMP Negeri 14 Kota Tegal
SMA	: SMA Negeri 3 Kota Tegal
Perguruan Tinggi	: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
10. Praktek Laut
 

Perusahaan Pelayaran	: PT. Pertamina International Shipping
Divisi / Bagian	: <i>Engine Cadet</i>