



**OPTIMALISASI PERAWATAN *INERT GAS GENERATOR* UNTUK
KELANCARAN *DISCHARGE OPERATION CRUDE OIL TANKER* PADA
MT. PANDERMAN**

SKRIPSI

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

Oleh :

FATCHUR RAHMAN KHOIRUDDIN
NIT. 582111218018 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN**

SEMARANG

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

**OPTIMALISASI PERAWATAN *INERT GAS GENERATOR* UNTUK
KELANCARAN *DISCHARGE OPERATION CRUDE OIL TANKER* PADA
MT. PANDERMAN**

DISUSUN OLEH :

FATCHUR RAHMAN KHOIRUDDIN
NIT. 582111218018 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan didepan Dewan Penguji
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
Semarang, ..22 Mei..... 2025

Dosen Pembimbing I

Materi



ANICITUS AGUNG NUGROHO, S.Si.T., M.Si

NIP. 19780417 200912 1 002

Dosen Pembimbing II

Metodologi dan Penulisan



INDAH NURHIDAYATI, M.Si

NIP. 19921023 202012 2 009

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika



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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Optimalisasi Perawatan *Inert Gas Generator* untuk Kelancaran *Discharge Operation Crude Oil Tanker* pada MT. Panderman" karya,

Nama : Fatchur Rahman Khoiruddin

NIT : 582111218018 T

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari ..Senin....., tanggal ..26 Mei 2025.....

Semarang, ..26 Mei 2025.....


PENGUJI

Penguji I : Dr. ANDY WAHYU HERMANTO, S.T., M.T.
NIP. 19791212 200012 1 001



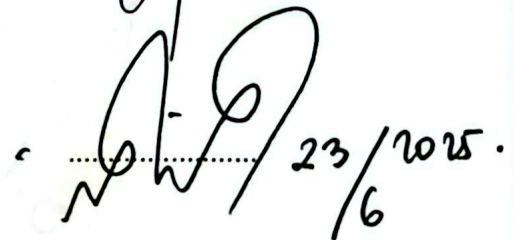
27/5/25

Penguji II : ANICITUS AGUNG NUGROHO, S.Si.T., M.Si.
NIP. 19780417 200912 1 002



23/6/2025

Penguji III : RIYADINI UTARI, M.Si.
NIP. 19950318 202012 2 015



23/6/2025

Mengetahui

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Fatchur Rahman Khoiruddin

NIT : 582111218018 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Optimalisasi Perawatan *Inert Gas Generator* Untuk Kelancaran *Discharge Operation Crude Oil Tanker* pada MT. Panderman”

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, 23 MEI2025
Yang Membuat Pernyataan



FATCHUR RAHMAN KHOIRUDDIN
NIT. 582111218018 T

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

1. Tidak membandingkan diri dengan keberhasilan orang lain adalah kunci awal kita bisa bersyukur.
2. Kalau semuanya mudah, nanti kamu gak bersyukur.
3. Balas dendam terbaik adalah memperbaiki diri sendiri.
4. Menghindari seseorang adalah cara untuk respect walau tidak suka.

Persembahan :

1. Keluarga besar saya, terutama kepada Bapak Sutrisno dan Alm. Ibu Sulasih selaku orang tua peneliti.
2. Almamater kebanggaan saya, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
3. Angkatan tercinta, Angkatan LVIII dan Periode 101.
4. PT. Pertamina International Shipping dan segenap *crew* kapal MT. Panderman.

PRAKATA



Kami mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan petunjuk-Nya, peneliti telah mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul " Optimalisasi Perawatan *Inert Gas Generator* untuk Kelancaran *Discharge Operation Crude Oil Tanker* pada MT. Panderman". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran dan untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam upaya menyelesaikan penulisan skripsi ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, dorongan, bantuan, serta petunjuk yang berharga. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Mafrisal, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak Anicitus Agung Nugroho, S.Si.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang dengan penuh kesabaran dan tanggung jawab telah memberikan dukungan, arahan, dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Indah Nurhidayati, M.Si selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan, bimbingan dan pengarahan.

5. Bapak dan Ibu Dosen di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah berbagi pengetahuan mereka kepada para taruna selama masa studi di institusi tersebut.
6. Perusahaan PT. Pertamina International Shipping beserta seluruh kru kapal MT. Panderman yang telah memberikan peluang untuk melakukan penelitian dan praktik di laut, serta berkontribusi dalam proses penelitian skripsi ini.
7. Bapak Sutrisno dan Alm. Ibu Sulasih orang tua yang telah memberikan dukungan dan doanya.
8. Teman-teman Angkatan LVIII dan khususnya Prodi Teknika yang telah memberi dukungan dan pengarahannya

Akhirnya, dengan penuh kerendahan hati, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif untuk meningkatkan kualitas skripsi ini. Sebagai penutup, penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pembaca.

Semarang, 23 MEI2025
Penulis



FATCHUR RAHMAN KHOIRUDDIN
NIT. 582111218018 T

ABSTRAK

Khoiruddin, Fatchur Rahman NIT. 582111218018 T, 2025, “Optimalisasi Perawatan *Inert Gas Generator* untuk Kelancaran *Discharge Operation Crude Oil Tanker* pada MT. Panderman”. Skripsi, Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Anicitus Agung Nugroho, S.Si.T., M.Si, Pembimbing II: Indah Nurhidayati, M.Si.

Inert Gas Generator (IGG) merupakan bagian penting dari sistem keselamatan kapal tanker, khususnya dalam mendukung kelancaran *discharge operation* (proses bongkar) muatan minyak mentah. Penelitian ini dilakukan berdasarkan pengalaman praktik laut di MT. Panderman milik PT. Pertamina International Shipping, yang menunjukkan adanya gangguan operasional IGG akibat kerusakan pada komponen *valve positioner*, sehingga berdampak pada peningkatan kandungan Oksigen (*oxygen content*) melebihi batas aman yaitu $\leq 8\%$. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab tidak optimalnya perawatan IGG, dampak yang ditimbulkan akibat tidak optimalnya perawatan IGG, serta upaya strategis yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Penelitian menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, studi dokumentasi, dan studi pustaka. Analisis dilakukan dengan pendekatan SWOT dan *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi akar permasalahan dan strategi optimal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan tidak optimalnya perawatan IGG ialah kondisi *ignition* dan *main burner*, *ignition glow plug* tidak normal, kalibrasi *oxygen analyzer*, tidak sesuai jadwal *Plan Maintenance System*, kurang familisasi *crew* mengenai IGG, kualitas bahan bakar. Dampak yang ditimbulkan proses pembakaran tidak sempurna atau gagal, terjadi *flame flashback*, tidak akurat pembacaan sensor *oxygen content*, komponen melebihi *running hours* perawatan, kurangnya familiar mengenai IGG, *ignition* dan *main burner* tersumbat. Upaya yang dapat dilakukan perawatan pada *ignition* dan *main burner* menghasilkan proses pembakaran IGG yang optimal, melakukan pengetesan secara berkala pada *ignition glow plug* bertujuan untuk mendapatkan proses pemantik awal pembakaran yang baik, kalibrasi *oxygen analyzer* secara berkala, membuat jadwal PMS komponen sesuai kondisi *running hours* IGG, meningkatkan familisasi *crew* sesuai dengan SOP, melakukan pembersihan bahan bakar melalui DO purifier.

Kata Kunci: *Discharge Operation*, *Inert Gas Generator*, Keselamatan Kapal, Perawatan, Tanker.

ABSTRACT

Khoiruddin, Fatchur Rahman NIT. 582111218018 T, 2025, “Optimalisasi Perawatan *Inert Gas Generator* untuk Kelancaran *Discharge Operation Crude Oil Tanker* pada MT. Panderman”. Thesis, Diploma IV Program, Technical Studies Program, Semarang Merchant Marine Polytechnic. Supervisor I : Anicitus Agung Nugroho, S.Si.T., M.Si, Supervisor II: Indah Nurhidayati, M.Si.

Inert Gas Generator (IGG) is an important part of the tanker safety system, especially in supporting the smooth discharge operation of crude oil cargo. This research was conducted based on practical sea experience on MT. Panderman owned by PT Pertamina International Shipping, which showed an IGG operational disruption due to damage to the valve positioner component, resulting in an increase in oxygen content exceeding the safe limit of $\leq 8\%$. The purpose of this research is to identify the factors causing non-optimal IGG maintenance, the impact caused by non-optimal IGG maintenance, and strategic efforts that can be made to overcome these problems.

The research used descriptive qualitative methods with data collection techniques through observation, interviews, documentation studies, and literature studies. Analysis was conducted using SWOT and Fishbone Diagram approaches to identify root causes and optimal strategies.

The results showed that the factors that cause non-optimal maintenance of IGG are ignition and main burner conditions, abnormal ignition glow plug, oxygen analyzer calibration, not according to the Plan Maintenance System schedule, lack of crew familiarisation with IGG, fuel quality. The impact caused by the incomplete or failed combustion process, flame flashbacks occurs, inaccurate oxygen content sensor readings, components exceeding maintenance running hours, lack of familiarity with IGG, ignition and main burner clogged. Efforts that can be made to maintain the ignition and main burner to produce an optimal IGG combustion process, conduct regular tests on the ignition glow plug to get a good initial combustion process, calibrate the oxygen analyzer regularly, make a component PMS schedule according to the IGG running hours, increase crew familiarisation in accordance with the SOP, clean the fuel through the DO purifier.

Keywords: Discharge Operation, Inert Gas Generator, Safety Ship, Maintenance, Tanker.

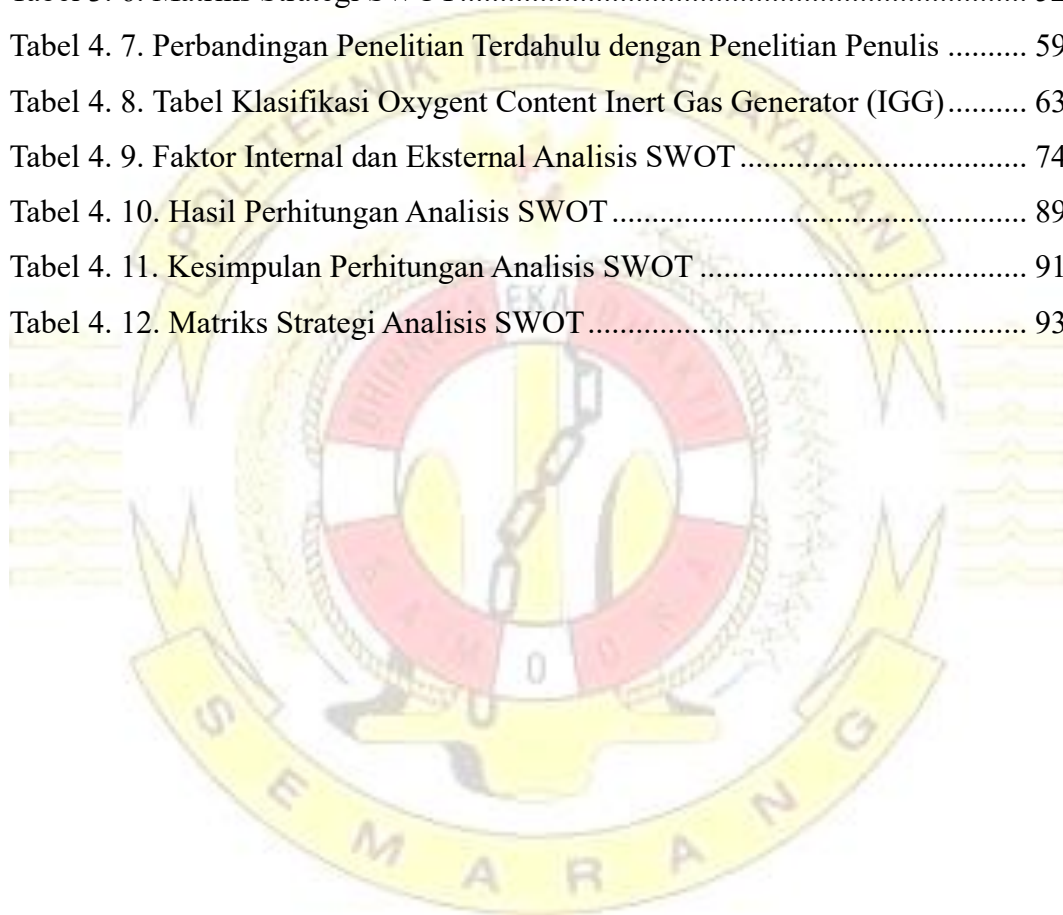
DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Fokus Penelitian.....	7
C. Rumusan Masalah.....	7
D. Tujuan Penelitian.....	8
E. Manfaat Hasil Penelitian.....	8
BAB II KAJIAN TEORI.....	10
A. Deskripsi Teori.....	10
B. Kerangka Penelitian.....	34
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
A. Metode Penelitian.....	36
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	37

C. Sumber Data Penelitian.....	38
D. Teknik Pengumpulan Data	39
E. Instrumen Penelitian.....	42
F. Teknik Analisis Data Kualitatif menggunakan <i>SWOT</i> dan <i>Fishbone</i>	42
G. Pengujian Keabsahan Data	54
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	57
A. Gambaran Konteks Penelitian.....	57
B. Deskripsi Data.....	62
C. Temuan.....	70
D. Pembahasan Hasil Penelitian	73
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	96
A. Simpulan	96
B. Keterbatasan Penelitian.....	97
C. Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	101
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	119

DAFTAR TABEL

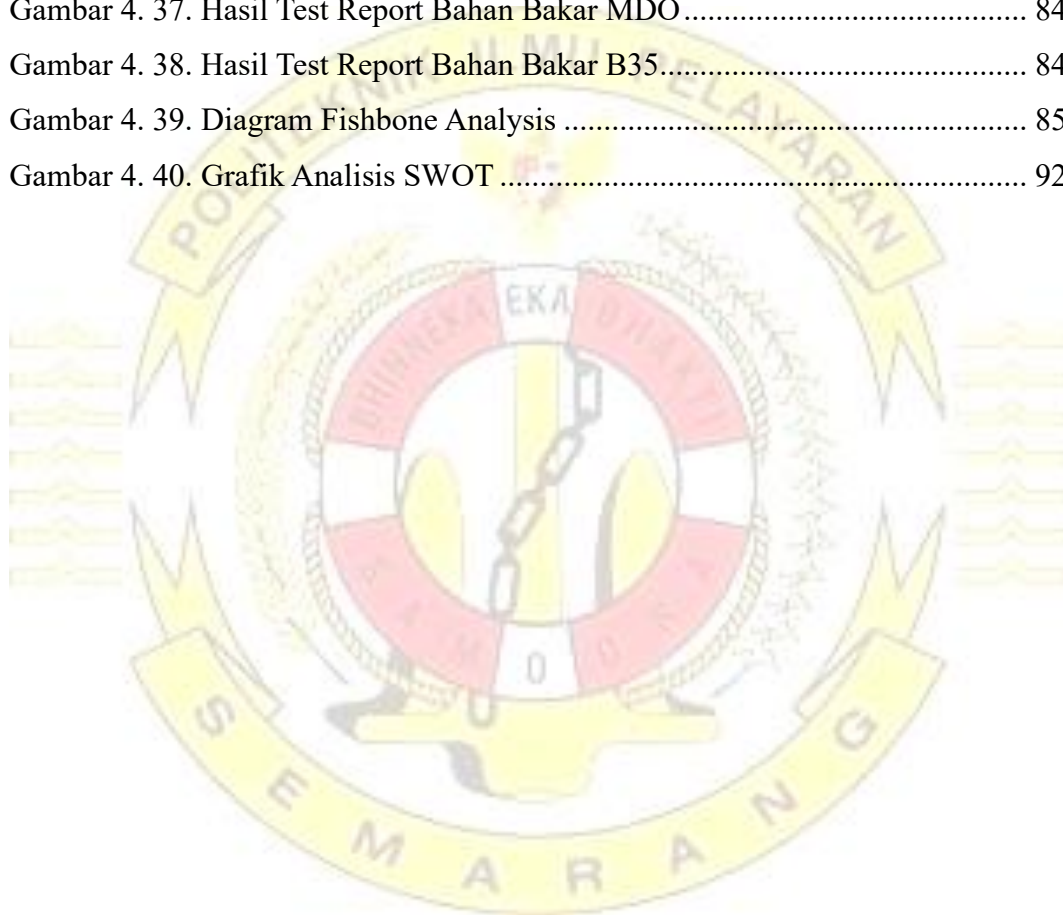
Tabel 3. 1. Faktor Internal dan Faktor Eksternal.....	45
Tabel 3. 2. Nilai Urgensi (NU) dan Bobot Faktor (BF)	46
Tabel 3. 3. Nilai Dukungan (ND).....	47
Tabel 3. 4. Nilai Relatif Keterkaitan (NRK)	48
Tabel 3. 5. Hasil Analisis Faktor Internal dan Eksternal SWOT	48
Tabel 3. 6. Matriks Strategi SWOT.....	52
Tabel 4. 7. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Penulis	59
Tabel 4. 8. Tabel Klasifikasi Oxygent Content Inert Gas Generator (IGG).....	63
Tabel 4. 9. Faktor Internal dan Eksternal Analisis SWOT	74
Tabel 4. 10. Hasil Perhitungan Analisis SWOT	89
Tabel 4. 11. Kesimpulan Perhitungan Analisis SWOT	91
Tabel 4. 12. Matriks Strategi Analisis SWOT	93



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Inert Gas Generator (IGG)	18
Gambar 2. 2. Scrubber Pump	21
Gambar 2. 3. Spray Nozzle	22
Gambar 2. 4. Demister	23
Gambar 2. 5. Ignition Burner	24
Gambar 2. 6. Ignition Glow Plug	25
Gambar 2. 7. Regulator Air Supply	25
Gambar 2. 8. Main Burner	26
Gambar 2. 9. Blower Unit	27
Gambar 2. 10. Deck Water Seal Pump	28
Gambar 2. 11. Mast Raiser	28
Gambar 2. 12. P/V Breaker	29
Gambar 2. 13. Control Panel	30
Gambar 2. 14. Oxygen Analyzer	31
Gambar 2. 15. Fire Triangle	32
Gambar 2. 16. Kerangka Pikir Penelitian	35
Gambar 3. 17. Analisis SWOT	44
Gambar 3. 18. Grafik Analisis SWOT	50
Gambar 3. 19. Cause and Effect Diagram Fishbone	53
Gambar 3. 20. Triangulasi Teknik Pengumpulan Data	55
Gambar 4. 21. Kapal MT. Panderman / P.1031	57
Gambar 4. 22. Inert Gas Generator MT. Panderman	62
Gambar 4. 23. Gambaran Umum Inert Gas Generator MT. Panderman	66
Gambar 4. 24. Indikator api pada IGG Scrubber di Control Panel	71
Gambar 4. 25. Alarm Inert Gas High O ₂ Content pada Control Panel	73
Gambar 4. 26. Kondisi Main Burner Sebelum Dibersihkan	76
Gambar 4. 27. Kondisi Ignition dan Main Burner Sebelum Dibersihkan	76
Gambar 4. 28. Kondisi Main Burner Setelah Dibersihkan	77
Gambar 4. 29. Kondisi Ignition burner Setelah Dibersihkan	77

Gambar 4. 30. Kondisi Kabel Ignition Glow Plug.....	78
Gambar 4. 31. Ignition Glow Plug Setelah Dibersihkan.....	79
Gambar 4. 32. Monitor Oxygen Analyzer pada Control Panel	80
Gambar 4. 33. Komponen Oxygen Analyzer	80
Gambar 4. 34. Oxygen Analyzer Calibration and Operation Procedure.....	81
Gambar 4. 35. Plan Maintenance System Inert Gas Generator (IGG).....	82
Gambar 4. 36. Form Familiarization Engine Department.....	83
Gambar 4. 37. Hasil Test Report Bahan Bakar MDO	84
Gambar 4. 38. Hasil Test Report Bahan Bakar B35.....	84
Gambar 4. 39. Diagram Fishbone Analysis	85
Gambar 4. 40. Grafik Analisis SWOT	92



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Interview Third Engineer</i>	101
Lampiran 2 <i>Interview Second Engineer</i>	103
Lampiran 3 <i>Interview Chief Engineer</i>	105
Lampiran 4 <i>Ship Particulars Mt. Panderman</i>	107
Lampiran 5 <i>Crew List Mt. Panderman</i>	108
Lampiran 6 Kuesioner SWOT <i>Chief Engineer</i>	109
Lampiran 7 Kuesioner SWOT <i>Second Engineer</i>	110
Lampiran 8 Kuesioner SWOT <i>Third Engineer</i>	111
Lampiran 9 Kuesioner SWOT <i>Fourth Engineer</i>	112
Lampiran 10 Kuesioner SWOT <i>Electrician</i>	113
Lampiran 11 Kuesioner SWOT <i>Foreman</i>	114
Lampiran 12 Kuesioner SWOT <i>Oiler I</i>	115
Lampiran 13 Kuesioner SWOT <i>Oiler II</i>	116
Lampiran 14 Kuesioner SWOT <i>Oiler III</i>	117
Lampiran 15 Data Nilai Dukungan SWOT.....	118

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal merupakan moda transportasi dalam industri maritim yang bertugas mengangkut berbagai jenis barang termasuk minyak, gas, dan bahan kimia secara efisien dan aman melintasi lautan. Kapal yang melewati perairan Indonesia sangat bervariasi. Mulai dari kapal yang bermuatan minyak, gas, maupun peti kemas. Kapal-kapal tersebut memiliki muatan yang tingkat risikonya berbeda-beda, salah satu kapal yang muatannya memiliki risiko lebih tinggi adalah kapal tanker.

Risiko yang perlu diperhatikan di kapal tanker adalah ledakan dan kebakaran. Ledakan adalah salah satu risiko dalam penanganan muatan sehingga mengganggu kelancaran *discharge operation* di terminal atau *ship to ship transfer*. Kapal gas dan tanker mempunyai muatan dengan titik nyala yang tinggi. Sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat menjaga kondisi tangki agar tetap aman pada saat pelaksanaan *discharge operation*. Salah satu sistem tersebut yaitu *Inert Gas System (IGS)*.

Menurut Guntoro, H. (2020), *Inert Gas System (IGS)* alat pendukung keselamatan pada kapal yang digunakan untuk *inert* tangki dengan menurunkan *oxygen content* di dalam tangki sehingga tidak menyebabkan ledakan akibat dari segitiga api. Sistem ini bekerja memanfaatkan gas buang *boiler* atau permesinan bantu yang kemudian menghasilkan gas *inert* untuk mengisi tangki yang kosong atau bermuatan penuh dengan mengisi ruang

kosong (*ullage space*) di tangki tersebut. *Inert Gas System (IGS)* di kapal tidak hanya diaplikasikan di kapal gas saja melainkan mulai kapal tanker yang bermuatan *crude oil* maupun *product oil*.

Menurut konvensi *International Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter II-2, Regulation 4.5*. (2018), menjelaskan bahwa kapal tanker di atas 20.000 GT wajib dilengkapi dengan *Inert Gas System (IGS)* yang merupakan salah satu sistem pencegahan terjadinya kebakaran dan ledakan di kapal pada saat bongkar muat dengan menurunkan *oxygen content* dalam tangki muatan. Peraturan ini juga menjelaskan bahwa kapal yang di bawah 20.000 GT dapat memasang *Inert Gas System (IGS)* guna meninjau proses bongkar muat yang beresiko di kapal tanker.

Menurut *International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals (ISGOTT)* (1996), menjelaskan bahwa panduan keselamatan utama untuk operasi dan pemeliharaan *Inert Gas System (IGS)* yang bertujuan untuk mencegah pembentukan gas yang mudah meledak di dalam tangki muatan dengan mengurangi *oxygen content* di dalam tangki mencapai di bawah 8% dengan target operasional ideal $\leq 5\%$. Konvensi ini diperkuat dengan surat edaran internasional (*circular*) yaitu *MSC.Circ.353 - Revised Guidelines For Inert Gas System* menjelaskan bahwa kandungan tangki muatan harus memiliki kandungan *oxygen content* di bawah 8%.

Boiler dan *Inert Gas Generator (IGG)* merupakan permesinan *Inert Gas System (IGS)* yang dapat menghasilkan gas *inert* dari hasil proses pembakaran. Pada *boiler* memanfaatkan *exhaust gas* dari pembakaran *boiler* yang kemudian

diproses untuk menghasilkan gas *inert* sehingga *exhaust gas* dari *boiler* tidak dibuang langsung namun dimanfaatkan untuk menghasilkan gas *inert*. Sedangkan *Inert Gas Generator (IGG)* adalah permesinan yang dapat menghasilkan gas *inert* dari hasil pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* itu sendiri.

Apabila kapal tanker memiliki *Inert Gas Generator (IGG)* yang menyuplai gas *inert* dengan benar dapat meminimalisir terjadinya ledakan dan kebakaran. Hal ini mengurangi resiko dari proses bongkar muat kapal. Gas *Inert* juga membantu kinerja pompa-pompa *cargo* untuk menghisap muatan di dalam tangki saat bongkar muat karena gas *inert* juga menekan muatan dan mendorong muatan keluar tangki sehingga dapat mempercepat proses bongkar muat sehingga dapat meningkatkan performa dari *Inert Gas Generator (IGG)*. Prinsip dasar dari *Inert Gas Generator (IGG)* adalah menjaga *oxygen content* di tangki tetap di bawah 8% dengan target operasional $\leq 5\%$ sehingga mencegah terjadinya kebakaran maupun ledakan.

Pada saat peneliti melaksanakan praktik laut atau *Sea Project* di Perusahaan PT. Pertamina International Shipping pada kapal MT. Panderman/P.1031 mendapatkan pengalaman dan wawasan mengenai *Inert Gas Generator (IGG)*. Pada saat kapal akan melaksanakan bongkar muatan (*discharge operation*) pihak terminal meminta untuk *Inert Gas Generator (IGG)* beroperasi dengan kondisi *inert* tangki harus memiliki *oxygen content* dibawah 8% sesuai dengan aturan *International Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter II-2, Regulation 4.5.5* dan *International Safety Guide for Oil Tankers*

and Terminals (ISGOTT). Pada saat kapal sedang berlabuh di Dumai Anchorage Area ditemukan *Inert Gas Generator (IGG)* tidak dapat beroperasi. Indikasi awal masalah yaitu tersumbatnya *Pilot* dan *Main Burner*. Setelah dilaksanakan *Safety Meeting Engine Crew Department* dilaksanakan *maintenance* terhadap *pilot* dan *main burner*. Setelah selesai dilaksanakan *maintenance*, *Second Engineer* dan *Chief Engineer* mencoba untuk menyalakan *Inert Gas Generator (IGG)*. Pada saat itu menyala dan mampu membakar dengan baik serta menghasilkan *oxygen content* antara 10-12% dengan kondisi *Positioner Valve to Deck* dioperasikan secara *auto*. Hal ini mengakibatkan *inert gas* yang dihasilkan dari *Inert Gas Generator (IGG)* tidak dapat diteruskan ke dalam tangki, sehingga *inert gas* terus menerus dibuang ke atmosfer dan tidak dapat masuk ke dalam tangki karena sensor menunjukkan *Alarm High Content*. Kondisi tersebut berlangsung selama 1 jam dan menimbulkan beberapa dampak yaitu pemborosan bahan bakar, proses bongkar muatan yang terganggu, dan bisa memicu kebakaran atau ledakan. Apabila *discharge operation* tetap berlangsung dengan kondisi sebelum tangki terisi gas *inert* maka *discharge operation* tersebut tidak aman atau *unsafe condition*.

Kemudian *Chief Engineer* menginstruksikan agar *Positioner Valve* tersebut dioperasikan secara *manual*. *Second Engineer* melakukan perubahan dari *auto* ke *manual* dan berhasil mendapatkan *oxygen content* di antara 2-5%. Kemudian *Chief Engineer* memerintahkan mengembalikan *Positioner Valve* tersebut ke *auto* kembali dengan harapan pengaturan kapasitas yang masuk ke

tangki dapat disesuaikan dengan pembakaran dan *oxygen content* dapat dimonitor di *Engine Control Room*. Pada saat mengembalikan dari *manual* ke *auto*, *sensor Alarm Shutdown* pada *Inert Gas Generator (IGG)* terdeteksi. Hal ini dikarenakan *Positioner Valve to Deck* terbaca *Error* pada *Monitor Panel* dan yang terjadi di *local Inert Gas Generator (IGG)* adalah *Positioner Valve* tersebut tertutup 100% dan tidak dapat dioperasikan secara *auto*. *Engine Crew* melaksanakan *safety meeting* untuk mengidentifikasi mengenai masalah tersebut dan memutuskan untuk *maintenance and repair* di *workshop*.

Pada saat *maintenance and repair*, *Chief Engineer* meminta *Electrician* untuk *megger test* di modul *Valve Positioner*. Pada saat itu ditemukan tahanan atau resistansi dari modul tersebut nol atau tidak ada tahanan. *Electrician* kemudian melakukan *megger test* ke *Positioner Valve IGG to Atmosphere* karena pada saat itu *Positioner Valve* tipe dan jenisnya sama. Ditemukan tahanannya di antara 500-1000 Ohm. *Electrician* melaporkan kepada *Chief Engineer* bahwa modul *Positioner Valve to Deck* rusak dan tidak bisa digunakan lagi. Keadaan tersebut membuat proses *inert* tangki muatan terganggu (*downtime*) hal ini dikarenakan perawatan dan perbaikan *Inert Gas Generator (IGG)*. *Chief Engineer* kemudian *personal meeting* dengan *Captain* untuk menyelesaikan masalah tersebut karena posisi kapal akan *One Hour Notice (OHN)* persiapan sandar di terminal Dumai. Hasil dari *personal meeting* tersebut yaitu meminta waktu 30 menit untuk menyelesaikan masalah tersebut. Kemudian *Chief Engineer* melakukan tindakan sementara dengan menukar antara *valve positioner to deck* dengan *valve positioner to atmosphere* sehingga

proses bongkar muat di terminal berjalan dengan lancar. Setelah valve tersebut ditukar, *Inert Gas Generator* beroperasi dengan normal. Dan akan dilakukan perbaikan pada *valve positioner* pada saat di terminal.

Keadaan serupa terjadi di kapal VLGC Pertamina Gas 2 pada penelitian Susmita Silva (2022) dan kapal MT. Prima XP pada penelitian Fachrul Adetyantoko Ramadhan (2023) terjadi *downtime* atau keterlambatan proses bongkar muat akibat tidak optimalnya *inert gas generator* yang disebabkan oleh beberapa komponen yang bekerja tidak sesuai dengan *instruction manual book*.

Dari uraian di atas menjelaskan betapa pentingnya perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* di kapal secara berkala. *Inert Gas Generator (IGG)* ini menjadi salah satu sistem keselamatan dan sistem yang mencegah terjadinya ledakan atau kebakaran di kapal tanker. Tidak hanya itu, *Inert Gas Generator (IGG)* dapat mencegah pencemaran laut akibat proses bongkar muat yang tidak sesuai prosedur (*Oil Spill*). Penggunaan dan perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* juga membantu proses bongkar muat di terminal lancar dan aman sehingga menunjang performa operasional kapal tersebut. Perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* penting untuk menunjang *Inert Gas System (IGS)* di kapal berjalan baik sehingga perlu adanya *maintenance* secara berkala. Dari permasalahan dan latar belakang di atas peneliti tertarik melakukan penelitian tentang perawatan *inert gas system (IGS)* yang akan menunjang kelancaran bongkar muat di kapal dan menuangkannya dalam skripsi yang berjudul:

“Optimalisasi Perawatan *Inert Gas Generator* untuk Kelancaran *Discharge Operation Crude Oil Tanker* Pada MT. Panderman”.

B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian berfungsi untuk mempermudah peneliti dalam mengetahui batasan-batasan masalah atau mengetahui ruang lingkup penelitian yang akan dibahas supaya tidak terlalu luas. Dalam hal ini, peneliti akan membahas komponen-komponen perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* dan bagaimana perawatan tersebut menjadi acuan *engine crews* untuk melaksanakan *maintenance* secara berkala. Peneliti tidak membahas semua sistem yang ada pada *Inert Gas Generator (IGG)* dikarenakan ini berkaitan antara *deck departement* dan *engine department*. Kesadaran akan kurangnya pengetahuan dan wawasan yang dimiliki peneliti menjadi salah satu fokus peneliti tidak membahas seluruh komponen pada *Inert Gas Generator (IGG)*. Peneliti akan berfokus pada perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* guna menunjang kinerja *Inert Gas Generator (IGG)* dalam proses *discharge operation* pada MT. Panderman.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan dan latar belakang yang diuraikan diatas, peneliti memaparkan beberapa permasalahan yang berkaitan dengan peningkatan kinerja *Inert Gas Generator (IGG)* dengan perawatan secara berkala guna kelancaran *discharge operation*. Beberapa permasalahan yang dikemukakan antara lain:

1. Apa faktor yang menyebabkan perawatan *Inert Gas Generator* tidak optimal pada saat *discharge operation*?
2. Apa dampak yang ditimbulkan akibat perawatan *Inert Gas Generator* tidak optimal pada saat *discharge operation*?
3. Bagaimana upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi perawatan *Inert Gas Generator* tidak optimal pada saat *discharge operation*?

D. Tujuan Penelitian

Dalam hal ini, peneliti memiliki tujuan untuk mengoptimalkan perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* pada kapal *crude oil tanker* atau *oil product*, serta mengetahui proses bongkar muat menggunakan *Inert Gas Generator (IGG)* untuk kelancaran dan keselamatan *crew* kapal. Berdasarkan pengalaman dan pengamatan peneliti lakukan pada saat melakukan *sea project* di kapal memiliki tujuan yang diharapkan dapat membantu dan memberikan wawasan untuk *crew* kapal. Tujuan tersebut sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui faktor yang menyebabkan perawatan *Inert Gas Generator* tidak optimal pada saat *discharge operation*.
2. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan akibat perawatan *Inert Gas Generator* tidak optimal pada saat *discharge operation*.
3. Untuk mengetahui upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi perawatan *Inert Gas Generator* tidak optimal pada saat *discharge operation*.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu rekan-rekan pelaut di dunia pelayaran guna menjadi acuan dan evaluasi dalam perawatan *Inert*

Gas Generator (IGG) di kapal. Adapun beberapa manfaat dari penelitian sebagai berikut:

1. Manfaat Secara Teoritis

- a. Untuk *crew* kapal diharapkan dapat menjadi pembelajaran bagi pelaut untuk mengatasi *trouble shooting* pada *Inert Gas Generator (IGG)* sehingga sebagai bahan acuan dan panduan dalam menyelesaikan masalah
- b. Untuk menambah pengetahuan *crew* mengenai pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)* di kapal pada saat *discharge operation*. Hal tersebut dapat menjadi acuan betapa pentingnya *Inert Gas Generator (IGG)* pada saat *discharge operation* guna keselamatan dalam bekerja.

2. Manfaat Secara Praktis

- a. Melalui pengalaman yang dilakukan peneliti diharapkan dapat menambah wawasan mengenai *Inert Gas Generator (IGG)* bagi pembaca. Apabila ditemukan *trouble shooting* mengenai *Inert Gas Generator (IGG)*, skripsi ini bisa menjadi penyelesaian masalah yang kemudian dapat dikembangkan lagi
- b. Bagi perusahaan pelayaran dapat menjadi suatu masukan atau referensi untuk pengadaan *sparepart* di atas kapal agar pada saat *maintenance* atau *repair* dapat berjalan baik dan lancar.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Optimalisasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2025), optimalisasi berasal dari kata dasar optimal yang berarti terbaik, tertinggi, paling menguntungkan, menjadikan paling baik, menjadikan paling tinggi, pengoptimalan proses, cara, perbuatan mengoptimalkan (menjadikan paling baik, paling tinggi, dan sebagainya) sehingga optimalisasi adalah suatu aksi, proses, atau metodologi untuk membuat sesuatu (sebagai sebuah desain, sistem atau keputusan) menjadi lebih baik atau sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif menjadi lebih atau sepenuhnya sempurna, fungsional, atau lebih efektif.

Menurut Gimnastiyar (2022), optimalisasi adalah proses yang digunakan untuk efisien dan efektif di dalam proses pelaksanaan. Menurut Warokka (2020), optimalisasi berasal dari kata optimal berarti terbaik, tertinggi, sedangkan optimalisasi berarti suatu proses meninggikan atau meningkatkan ketercapaian dari tujuan yang diharapkan sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Sehingga optimalisasi merujuk pada peningkatan suatu sistem agar lebih efisiensi kinerja suatu sistem tersebut untuk mencapai visi misi dan tujuan yang diharapkan.

2. Perawatan (*Maintenance*)

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2025), perawatan berasal dari kata rawat yang berartielihara, urus, jaga. Sedangkan perawatan adalah proses, cara, perbuatan merawat sesuatu. Dengan demikian, perawatan adalah suatu kegiatan atau proses perbuatan untuk menjaga suatu prosedural. Hal ini sejalan dengan pengertian perawatan menurut para ahli yaitu menurut Widiatmaka (2017), perawatan atau pemeliharaan adalah suatu tindakan yang perlu dilaksanakan terhadap seluruh obyek di kapal meliputi manajemen dan sumber daya manusia agar dapat berfungsi dengan baik, maupun teknik termasuk permesinan yang ada di kapal dapat dipakai dan berfungsi dengan baik serta memenuhi persyaratan standar internasional. Sedangkan menurut Prasetyo (2020), perawatan adalah suatu tindakan dan pencegahan *crew* kapal untuk menjaga suatu permesinan sehingga mencegah terjadinya suatu kerusakan yang lebih besar/berat dengan melaksanakan sistem perawatan yang terencana.

3. Kelancaran

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2025), kelancaran berasal dari kata lancar yang berarti tidak tersendat-sendat, tidak terputus-putus, fasih, tidak tertunda-tunda, berlangsung dengan baik. Sehingga kelancaran adalah suatu kegiatan yang terlaksana dengan baik, lancar, dan maksimal. Dan menurut Arsad (2022), kelancaran adalah kondisi yang menyebabkan pelaksanaan terlaksana dengan lancar dan maksimal. Kelancaran dapat

diartikan sebagai aktivitas yang sedang berlangsung tanpa hambatan, gangguan, atau kendala yang berarti.

4. *Crude Oil* Tanker

Menurut Vidmar & Perkovic (2023), kapal tanker minyak adalah kapal yang dibangun atau dibuat terutama untuk mengangkut muatan minyak curah dalam ruang muatannya, termasuk pengangkutan gabungan dan kapal *product* tanker seperti dijelaskan oleh *annex II Marpol 73/78*, apabila kapal mengangkut muatan atau bagian dari muatan minyak secara curah.

Menurut Safuan & Alkadri (2022), *Crude Oil* Tanker dirancang khusus untuk memuat minyak mentah dalam jumlah yang besar dari kilang minyak atau dari kapal lain dan didistribusikan ke seluruh dunia. Kapal tanker minyak biasanya dikategorikan sebagai kapal tanker “kotor” (*Crude Oil*) seperti sisa residu dari bahan bakar dan kapal tanker produk “bersih” (*Product Oil*) seperti solar dan bensin. Berdasarkan jenis muatan, kapal tanker terdiri dari *crude oil* tanker, *product* tanker, *chemical* tanker dan gas *carrier*. Kapal *crude oil* memiliki ciri khas yang berbeda dengan kapal tanker yang lain, adapun perbedaan tersebut yaitu:

a. Ukuran Kapasitas yang Besar

Kapal *crude oil* tanker dirancang untuk mengangkut minyak mentah dalam jumlah besar, biasanya diukur dalam *Dead Weight Tonnage* (*DWT*). Klasifikasi kapasitas berdasarkan ukuran sebagai berikut:

- 1). Aframax: 80.000–120.000 DWT.
- 2). Suezmax: 120.000–200.000 DWT.
- 3). VLCC (*Very Large Crude Carrier*): 200.000–320.000 DWT.
- 4). ULCC (*Ultra Large Crude Carrier*): >320.000 DWT.

b. Struktur Lambung Kapal

Sebagian besar *crude oil* tanker modern memiliki desain lambung ganda (*Double-Hull Design*) untuk mengurangi resiko tumpahan minyak jika terjadi kebocoran atau kerusakan pada lambung sisi luar. *Double Hull* ini sudah banyak yang menerapkan diberbagai perusahaan sebagai tindakan untuk pencegahan *oil spil*. Selain itu ada juga yang negara yang melarang kapal tanker asing yang masih *single hull* untuk masuk di pelabuhan negaranya, contohnya adalah Jepang.

c. Sistem Kargo

Sistem kargo pada *crude oil* tanker dilengkapi dengan *Cargo Oil Pump (COP)* untuk memuat dan membongkar minyak secara efisien. Selain itu, terdapat *Inert Gas System (IGS)* untuk mengurangi risiko kebakaran atau ledakan dengan menjaga atmosfer tangki tetap aman.

d. *Tank Cleaning System*

Sistem yang digunakan untuk membersihkan tangki kargo di kapal tanker minyak mentah (*Crude Oil*) setelah kargo dibongkar. Pembersihan ini penting untuk memastikan bahwa tangki siap untuk muatan berikutnya, meminimalkan risiko kontaminasi dan memenuhi standar keselamatan serta lingkungan. *Tank Cleaning* ini menjadi kegiatan yang

harus dilakukan pada saat kapal tersebut akan memuat jenis muatan baru dari muatan-muatan sebelumnya. *Tank Cleaning* pun harus mendapatkan izin dari perusahaan dan Captain sebagai penanggungjawab kapal tersebut.

e. *Heating Cargo*

Proses pemanasan *cargo* muatan dengan *steam* atau panas yang bertujuan untuk menjaga viskositas dari muatan tersebut agar tetap cair dan tidak membuat pengendapan atau pembekuan muatan akibat dari perubahan suhu tangki. Temperatur panas yang harus dipertahankan berbeda-beda di setiap muatannya karena titik beku setiap muatan pun juga berbeda-beda sehingga ada dokumen *Material Safety Data Sheet (MSDS) Cargo*.

5. *Cargo Discharge Operation* (Proses Bongkar Kargo)

Menurut Yuksel, (2024) *cargo discharge operation* adalah “*a critical phase in cargo handling operations that involves the safe and efficient transfer of oil or hazardous liquid cargo from a ship to the designated receiving facility*”, yang dalam bahasa Indonesia dapat diartikan fase penting dalam operasi penanganan kargo yang melibatkan transfer minyak atau kargo cair berbahaya secara aman dan efisien dari kapal ke fasilitas penerima yang ditunjuk.

Discharge operation dalam konteks ini proses memindahkan kargo minyak mentah (*crude oil*) dari tangki kargo di kapal tanker ke fasilitas penerima di pelabuhan, seperti terminal penyimpanan atau tangki darat.

Operasi ini dilakukan dengan menggunakan *Cargo Oil Pump (COP)* kapal yang terhubung ke jaringan pipa di pelabuhan atau terminal. *Discharge Operation* bertujuan untuk memindahkan muatan dengan aman ke tempat penyimpanan tanpa ada tumpahan dan risiko akan terjadinya ledakan.

6. *Inert Gas System (IGS)*

Menurut Intrsuction Manual Book Inert Gas Generator (IGG) Feen Marine Indonesia (2022), merupakan sistem terpadu yang paling penting bagi kapal tanker minyak untuk pengoperasian kapal yang aman. *Inert gas* adalah gas yang mengandung oksigen yang tidak mencukupi (biasanya kurang dari 8%) untuk menekan pembakaran gas hidrokarbon yang mudah terbakar. Fungsi utama *Inert Gas System (IGS)* adalah untuk mengurangi tingkat konsentrasi oksigen dalam tangki kargo dengan mengisinya dengan gas *inert* (terutama terdiri dari Nitrogen N_2 dan Karbondioksida CO_2), sehingga atmosfer tangki menjadi tidak mudah meledak.

Inert Gas System (IGS) disebut juga sebagai sistem pendukung keselamatan di kapal tanker yang digunakan untuk menghasilkan dan menginjeksikan gas *inert* ke dalam tangki kargo. *Boiler* dan *Inert Gas Generator (IGG)* merupakan permesinan *Inert Gas System (IGS)* yang dapat menghasilkan gas *inert* dari hasil proses pembakaran. Pada *boiler* memanfaatkan *exhaust gas* dari pembakaran *boiler* yang kemudian diproses untuk menghasilkan gas *inert* sehingga *exhaust gas* dari *boiler* tidak dibuang langsung namun dimanfaatkan untuk menghasilkan gas *inert*. Sedangkan

Inert Gas Generator (IGG) adalah permesinan yang dapat menghasilkan gas *inert* sendiri dari hasil pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* tersebut.

Menurut Guntoro, H. (2020), *Inert Gas System (IGS)* sangat penting di kapal guna menunjang kelancaran *discharge operation* sehingga *Inert Gas System (IGS)* memiliki beberapa fungsi untuk keamanan tangki muatan, yaitu:

a. Mencegah kebakaran dan ledakan

Mengurangi kandungan oksigen di dalam tangki hingga dibawah tingkat yang mendukung pembakaran (< 8% oksigen, ideal dipertahankan < 5%).

b. Mengontrol atmosfer tangki

Memastikan atmosfer dalam tangki tetap aman selama operasi muat, bongkar, atau pembersihan tangki.

c. Melindungi muatan

Menghindari reaksi kimia yang dapat merusak kualitas kargo atau menimbulkan resiko berbahaya.

d. Memenuhi regulasi Internasional

Seperti yang diatur oleh *SOLAS* dan *ISGOTT*, mewajibkan penggunaan *Inert Gas System (IGS)* pada kapal tanker tertentu.

Inert Gas System (IGS) mencegah risiko kebakaran atau ledakan yang dapat terjadi akibat keberadaan gas yang mudah terbakar di dalam tangki muatan. *Inert Gas System (IGS)* memiliki prinsip kerja yaitu dengan mengurangi kadar oksigen di dalam tangki muatan sesuai dengan regulasi

dan menekan muatan untuk mempermudah kinerja pompa. Menurut Amalia, V. B. (2020), berikut adalah prinsip kerja dari *Inert Gas System (IGS)*:

a. Produksi *Inert Gas*

Gas *inert* biasanya dihasilkan dari gas buang *Inert Gas Generator (IGG)* atau *boiler*. Gas buang ini memiliki kandungan oksigen rendah (<5%) dan dapat digunakan sebagai sumber gas *inert*. Jika gas buang tidak tersedia, kapal menggunakan *Inert Gas Generator (IGG)* untuk menghasilkan gas *inert* dari bahan bakar cair. Kandungan oksigen terus dipantau menggunakan *oxygen analyzer* dengan memastikan level oksigen tetap di bawah 8%.

b. Pembersihan Gas *Inert*

Gas buang akan dialirkan ke *scrubber unit*, bagian yang membersihkan gas dari sulfur, karbondioksida, dan partikel padat. *Scrubber* juga mendinginkan gas sebelum masuk ke tangki. *Scrubber unit* ini adalah air laut yang dipompa ke *Inert Gas Generator (IGG)* melalui *nozzle* yang disebut dengan *Scrubber Pump*.

c. Distribusi *Inert Gas*

Inert gas didorong dengan blower melalui pipa yang menuju ke tangki muatan. Minimal memiliki 2 unit blower *Inert Gas System (IGS)*. Apabila ada *trouble* mengenai blower bisa dipindah blower lainnya. Blower mendorong gas *inert* yang kemudian masuk ke dalam *Deck Water Seal Tank*. *Deck water seal tank* didinginkan lagi dengan air laut menggunakan *deck water seal pump* kemudian menuju ke tangki muatan.

Deck water seal tank juga digunakan untuk mencegah aliran balik gas (*backflow*) kargo ke *Inert Gas System (IGS)* agar sistem tetap aman.

7. *Inert Gas Generator (IGG)*

Menurut *Instruction Manual Book Inert Gas Generator (IGG) Feen Marine Indoneisa* (2022), salah satu permesinan bantu di atas kapal yang berfungsi untuk menghasilkan gas *inert* secara mandiri dari hasil pembakaran yaitu *Inert Gas Generator (IGG)*. *Inert Gas Generator (IGG)* dapat menjadi solusi apabila dikapal tersebut tidak terdapat *boiler* yang digunakan sebagai *Inert Gas System (IGS)*. *Inert Gas Generator (IGG)* mirip dengan *boiler* yaitu untuk menghasilkan gas buang dengan kandungan oksigen kurang dari 5% dengan cara membakar bahan bakar seperti *HFO (Heavy Fuel Oil)* ataupun *MDO (Marine Diesel Oil)*.



Gambar 2. 1. *Inert Gas Generator (IGG)*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Menurut *Instruction Manual Book Inert Gas Generator (IGG) Feen Marine Indoneisa (2022)*, *Inert Gas Generator (IGG)* tersusun atas *burner* unit dan *scrubber* unit yang digabungkan menggunakan air laut sebagai media pendingin. Setelah dibakar, gas buang tersebut memiliki prosentase oksigen sekitar 2% - 4%. Gas kemudian dibawa ke tangki muatan kapal setelah melewati bagian *scrubber*, dimana gas *inert* tersebut akan melewati proses pendinginan dan dibersihkan menggunakan media air laut.

Inert Gas System (IGS) menghasilkan gas *inert* dengan mengoperasikan blower udara terkontrol yang menyedot udara dari ruang mesin dan menyalurkan udara ke *Inert Gas Generator (IGG)* untuk membakar bahan bakar minyak pada nilai udara berlebih yang sangat rendah. Gas tersebut kemudian didinginkan dan dibersihkan oleh air laut dalam *scrubber unit*, selanjutnya didistribusikan ke tangki melalui sistem perpipaan deck dan *Deck Water Seal. P/V Breaker* dipasang untuk melindungi tangki kargo dari tekanan atau vakum yang berlebihan.

Tekanan gas *inert* pada tangki selalu dijaga melebihi tekanan atmosfer. Hal ini dicapai dengan menjaga tekanan berlebih pada tangki setiap saat dan hanya membiarkan katup pernapasan tangki bebas untuk bekerja. Saat membongkar muatan, cairan yang dipompa keluar dari tangki diganti dengan gas *inert*.

Inert Gas System (IGS) memaksa pasokan gas *inert*. Kapasitas sistem tersebut sebesar 125% dari kapasitas keseluruhan sistem pembuangan kargo yang dipasang di atas kapal untuk memastikan bahwa gas *inert* selalu ada di

ruang kargo. Tekanan minimum akan dipertahankan oleh pengontrol tekanan sebesar 200 mmH₂O di tangki kargo. Sebagai catatan, kapasitas pembuangan kargo tidak boleh melebihi kapasitas gas *inert*. Jika kapasitas pembuangan kargo melebihi kapasitas gas *inert*, maka laju pembuangan harus dikurangi untuk mempertahankan agar tekanan gas *inert* positif.

Menurut *Instruction Manual Book Inert Gas Generator (IGG) Feen Marine Indoneisa* (2022), memiliki beberapa komponen yang penting guna menunjang produksi gas *inert* pada *Inert Gas Generator (IGG)*. Komponen-komponen tersebut diantaranya sebagai berikut:

a. *Scrubber Unit*

Scrubber unit adalah salah satu komponen utama dari sistem *Inert Gas Generator (IGG)* yang berfungsi untuk membersihkan dan mendinginkan gas buang atau gas *inert* dari hasil pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* sebelum gas *inert* tersebut dialirkan ke tangki kargo. *Scrubber unit* memainkan peran penting dalam pembersihan gas *inert* pada *Inert Gas Generator (IGG)* dari komponen-komponen bahaya seperti SO_x dan jelaga dari pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)*. Selain itu, *scrubber unit* juga berfungsi sebagai pendingin dalam ruang pembakaran sehingga tidak terjadi kerusakan akibat perubahan suhu yang signifikan.

Scrubber unit memiliki beberapa komponen sebagai pembersih dan pendingin dari *Inert Gas Generator (IGG)*. Komponen-komponen tersebut adalah:

1) *Scrubber Pump*

Scrubber pump adalah komponen yang menghisap air laut yang kemudian digunakan untuk mendinginkan *scrubber unit* pada *inert gas generator (IGG)*. *Scrubber unit* mempengaruhi efisiensi kinerja *Inert Gas Generator (IGG)* karena apabila tidak berjalan dengan baik, gas *inert* yang diinjeksikan ke tangki akan kotor dan memungkinkan adanya kontaminasi muatan. Pompa ini mempunyai peran penting dalam *scrubber unit*, tanpa *scrubber pump Inert Gas Generator (IGG)* tidak dapat beroperasi dengan baik. *Scrubber pump* memiliki tekanan hisap yang lumayan besar dikarenakan *scrubber pump* berada di bawah sedangkan *Inert Gas Generator (IGG)* berada di *funnel* oleh karena itu perlu diperhatikan tekanan pompa pada saat *Inert Gas Generator (IGG)* beroperasi.



Gambar 2. 2. *Scrubber Pump*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

2) *Spray Nozzle*

Dari *scrubber pump* disemprotkan ke dalam *scrubber unit* untuk mendinginkan dan membersihkan gas *inert* melalui *spray nozzle*. *Spray nozzle* ini harus sering dilakukan pengecekan lubang *nozzle* karena tidak menutup kemungkinan ada kotoran yang menyumbat di *nozzle* dan mempengaruhi pendinginan dari *scrubber unit* yang mengakibatkan kinerja *Inert Gas Generator (IGG)* tidak optimal. Namun apabila *spray nozzle* dalam kondisi bagus harus dilakukan pengecekan pada *suction filter Scrubber pump* yang menyaring air laut tersebut.



Gambar 2. 3. *Spray Nozzle*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

3) Demister

Didalam *scrubber unit* terdapat komponen yang menyaring air laut yaitu demister. Komponen ini berfungsi untuk memisahkan partikel cairan, uap air, dan kotoran dari gas *inert* hasil pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)*. Filter ini dipasang pada bagian atas dan bagian bawah dari *scrubber unit* sehingga gas *inert* bersih dan

meningkatkan efisiensi *Inert Gas Generator (IGG)*. Demister ini terkoneksi dengan sensor yang mana sensor ini akan memberikan sinyal apabila air laut yang seharusnya bisa langsung ke *overboard* melalui demister namun justru mengenai sensor tersebut menandakan bahwa demister sudah kotor dan harus dibersihkan dengan *chemical Carbon Cleaner* dari Arcel.



Gambar 2. 4. *Demister*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

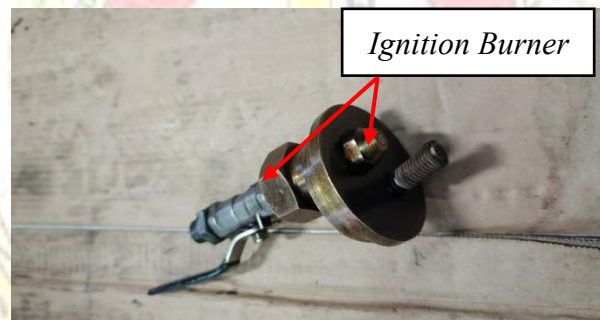
b. Ruang Pembakaran (*Combustion Chamber*)

Selain *scrubber unit*, terdapat komponen utama yang menjadi tempat pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* yaitu *Combustion Chamber*. *Combustion chamber* tempat pembakaran *Inert Gas Generator* yang menghasilkan gas *inert* dari *ignition* dan *main burner*. Gas *inert* ini mengandung kandungan oksigen yang rendah yang kemudian akan diolah lagi ke komponen lainnya. *Combustion chamber* sering dilakukan monitoring temperaturnya di *Control Panel System*.

Combustion chamber terdiri dari beberapa komponen yang mendukung penghasilan gas *inert* pada kapal. Komponen-komponen tersebut diantara lain:

1) *Ignition Burner*

Ignition burner atau juga bisa disebut sebagai *pilot burner* pada *Inert Gas Generator (IGG)*. Komponen ini berfungsi sebagai sumber nyala api awal untuk proses pembakaran bahan bakar MDO atau B35 yang disemprotkan keruang pembakaran. Aliran bahan bakar dari *Fuel Oil Pump Inert Gas Generator (IGG)* masuk kedalam *pilot burner* kemudian menyembrotkan bahan bakar tersebut yang kemudian dibantu *ignition glow plug* untuk nyala api pembakaran awal.



Gambar 2. 5. *Ignition Burner*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

2) *Ignition Glow Plug*

Ignition Glow Plug atau pemantik api sebagai *electrode* pada *ignition burner Inert Gas Generator (IGG)*. Komponen ini berfungsi sebagai sumber energi panas untuk menyalakan semprotan bahan bakar dari *ignition burner*. *Ignition glow plug* ini mempunyai waktu untuk menjadi panas sekitar 55-60 detik penyalanya. *Ignition Glow*

Plug ini menggunakan listrik yang kemudian berubah menjadi panas atau api.

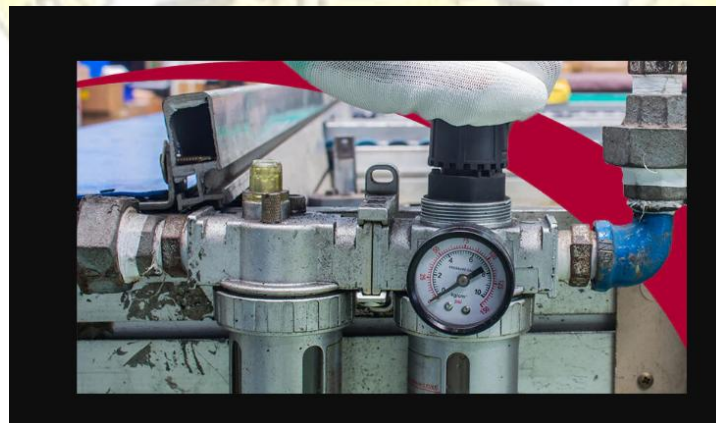


Gambar 2. 6. *Ignition Glow Plug*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

3) *Air Supply System*

Air Supply digunakan sebagai penyedia udara untuk mencampur dengan bahan bakar dan panas (*heat*) agar pembakaran berjalan dengan sempurna. *Air supply system* juga sebagai pengontrol udara yang masuk ke ruang pembakaran agar rasio udara sesuai dengan jumlah bahan bakar yang disemprotkan.



Gambar 2. 7. *Regulator Air Supply*

Sumber : Brad Taylor, 2021

4) *Main Burner*

Main burner adalah komponen utama dalam pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* yang menghasilkan gas *inert* yang kemudian didinginkan oleh *scrubber unit*. Hasil pembakaran tersebut kaya akan karbondioksida dan rendah oksigen sekitar $\leq 4\%$. *Main burner* ini memiliki panjang tertentu dengan memperhatikan jarak antara *main burner* dan *ignition glow plug*, sehingga perlu diberi tanda agar pada saat melakukan pemasangan kembali tidak perlu mengukur lagi.



Gambar 2. 8. *Main Burner*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

c. *Blower Unit*

Blower Unit pada *Inert Gas Generator (IGG)* memiliki peran penting dalam pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)*. *Blower unit* berfungsi menghisap udara di ruang kamar mesin yang kemudian mendorong hasil gas *inert* ke sistem distribusi tangki kargo. *Blower* memastikan tekanan dan aliran gas *inert* yang cukup memenuhi kebutuhan gas *inert* pada tangki dengan tekanan yang cukup. Hal yang perlu diperhatikan adalah tekanan blower dan ampere blower pada *control system*.



Gambar 2. 9. Blower Unit

Sumber : Flebu, 2024

d. *Deck Water Seal Tank*

Deck water seal tank merupakan salah satu komponen pendukung keselamatan atau *safety* dari *Inert Gas Generator (IGG)*. Komponen ini berfungsi untuk mencegah terjadinya aliran balik atau *backflow* dari tangki muatan ke *Inert Gas Generator (IGG)* sehingga mencegah terjadinya kerusakan sistem bahkan kebakaran dari aliran balik gas yang banyak mengandung hidrokarbon dan gas berbahaya lainnya. Komponen ini berisikan air laut yang dipompa dari *deck water seal pump* yang bertindak sebagai penghalang aliran balik gas *inert*, sehingga pentingnya dilakukan pengaturan level air dari *deck water seal* guna menjadi penghalang yang efektif bagi *Inert Gas System (IGS)*. *Deck Water Seal Tank* berada di *main deck* dan di dalam tangki berisikan demister-demister filter air laut.



Gambar 2. 10. *Deck Water Seal Pump*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

e. *Mast Raiser*

Mast raiser menjadi salah satu komponen *Inert Gas Generator (IGG)* yang berfungsi sebagai *safety* atau sistem pendukung keamanan dari *Inert Gas Generator (IGG)*. *Mast raiser* berfungsi sebagai saluran pelepas gas *inert* dari tangki atmosfer jika tekanan melebihi batas normal sehingga aliran *Inert Gas Generator (IGG)* berjalan aman dan terkendali.



Gambar 2. 11. *Mast Raiser*

Sumber : Vallehr, 2022

f. *P/V Breaker*

P/V Breaker adalah komponen *Inert Gas Generator (IGG)* yang berfungsi untuk melindungi tangki kargo dari *overpressure* (tekanan berlebih) atau *vacuum* (tekanan terlalu rendah). *P/V breaker* berfungsi sebagai pelindung tangki kargo atau *safety cargo*, bukan dari *safety Inert Gas Generator (IGG)*.



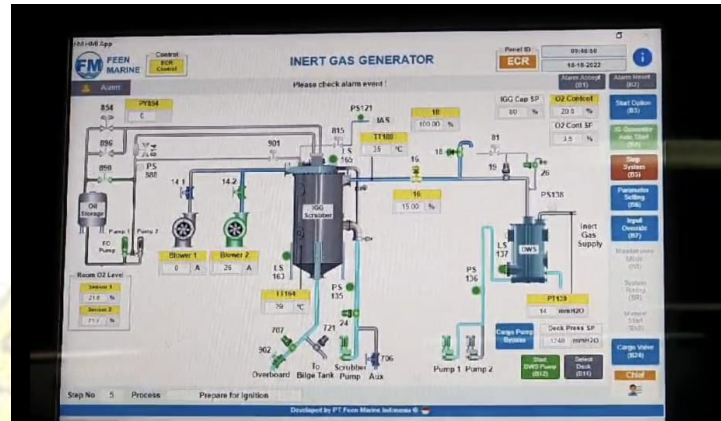
Gambar 2. 12. *P/V Breaker*

Sumber : Dmitry, 2024

h. *Control System*

Control system memiliki fungsi terbesar dalam pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)* dan pengontrolan komponen agar bisa bekerja dengan normal dan baik. *Control system* dapat memberikan alarm atau tanda apabila ada komponen *Inert Gas Generator (IGG)* yang tidak normal seperti:

- 1) Temperatur tidak normal.
- 2) *High content*.
- 3) *Flame Eyes Failure*.
- 4) *Valve Positioner error*, dan lain-lain.



Gambar 2. 13. *Control Panel*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

i. *Oxygen Analyzer*

Oxygen analyzer berfungsi sebagai pendeteksi kualitas gas *inert* dan memastikan *oxygen content* sesuai dengan regulasi internasional ($\leq 8\%$). Komponen ini adalah komponen yang paling kritis karena harus memastikan kandungan oksigen cukup rendah sehingga menghindari resiko terjadinya kebakaran atau ledakan. Komponen ini letaknya terpisah dengan *Inert Gas Generator (IGG)* namun komponen ini menjadi satu kesatuan untuk mengoperasikan *Inert Gas System (IGS)* di kapal. Komponen ini terdiri dari *sensor oxygen content*, *gas filter*, *regulator*, *bubbles glass*, dan tabung Nitrogen.

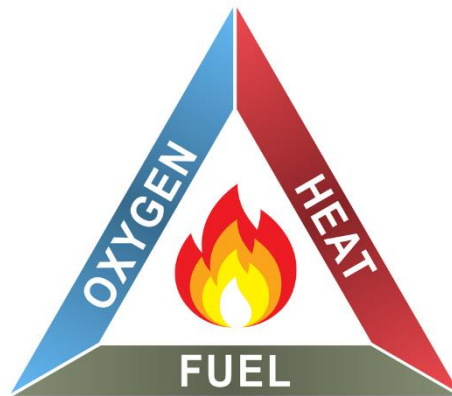


Gambar 2. 14. *Oxygen Analyzer*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

8. Segitiga Api (*Fire Triangle*)

Menurut Santoso (2024), segitiga api atau *Fire Triangle* adalah konsep dasar mengenai tiga elemen utama yang diperlukan untuk terjadinya pembakaran yaitu bahan bakar (*fuel*), oksigen (*oxygen*), dan sumber panas (*heat*). Ketiga elemen ini harus ada di setiap pembakaran sebagai syarat terjadinya pembakaran. Apabila salah satu komponen tidak terpenuhi maka pembakaran tidak terjadi.



Gambar 2. 15. *Fire Triangle*

Sumber : Nadia Faradiba, 2021

Segitiga api memiliki tiga unsur atau tiga elemen yang menjadi dasar terjadinya pembakaran. Tiga elemen tersebut adalah:

a. Bahan Bakar (*fuel*)

Bahan bakar adalah semua benda yang mendukung untuk terciptanya kebakaran. Bahan bakar dapat berupa bahan bakar padat, cair, dan gas. Bahan bakar padat adalah bahan bakar yang apabila dibakar akan menjadi abu atau arang, contohnya adalah kayu, batu bara, dan lain-lain. Bahan bakar cair adalah bahan bakar yang titik nyalanya berdasarkan temperatur tertentu. Contohnya adalah bensin, alkohol, dan lain-lain. Sedangkan bahan bakar gas adalah bahan bakar yang titik nyalanya cepat dan bisa membahayakan lingkungan sekitarnya. Contohnya asitelin, propan, dan lain-lain. Bahan bakar yang sering ditemui di atas kapal adalah bahan bakar MFO (*Marine Fuel Oil*) dan MDO (*Marine Diesel Oil*). *Inert Gas Generator (IGG)* menggunakan

bahan bakar yang ringan seperti MDO atau B35 untuk proses pembakaran.

b. Oksigen (*oxygen*)

Sumber oksigen adalah udara, dibutuhkan minimal 15% volume oksigen agar bisa terjadi pembakaran. Udara normal di atmosfer adalah 21%. Pada *Inert Gas Generator (IGG)* sumber oksigen atau angin adalah dari blower unit dan *air supply* dari *main air compressor*. Untuk proses pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)*, dibantu oleh *air supply* yang dikontrol oleh regulator angin. Sedangkan blower menghisap udara di ruang mesin kemudian memasukkan ke *Inert Gas Generator (IGG)* mendorong gas *inert* untuk menuju ke tangki kargo.

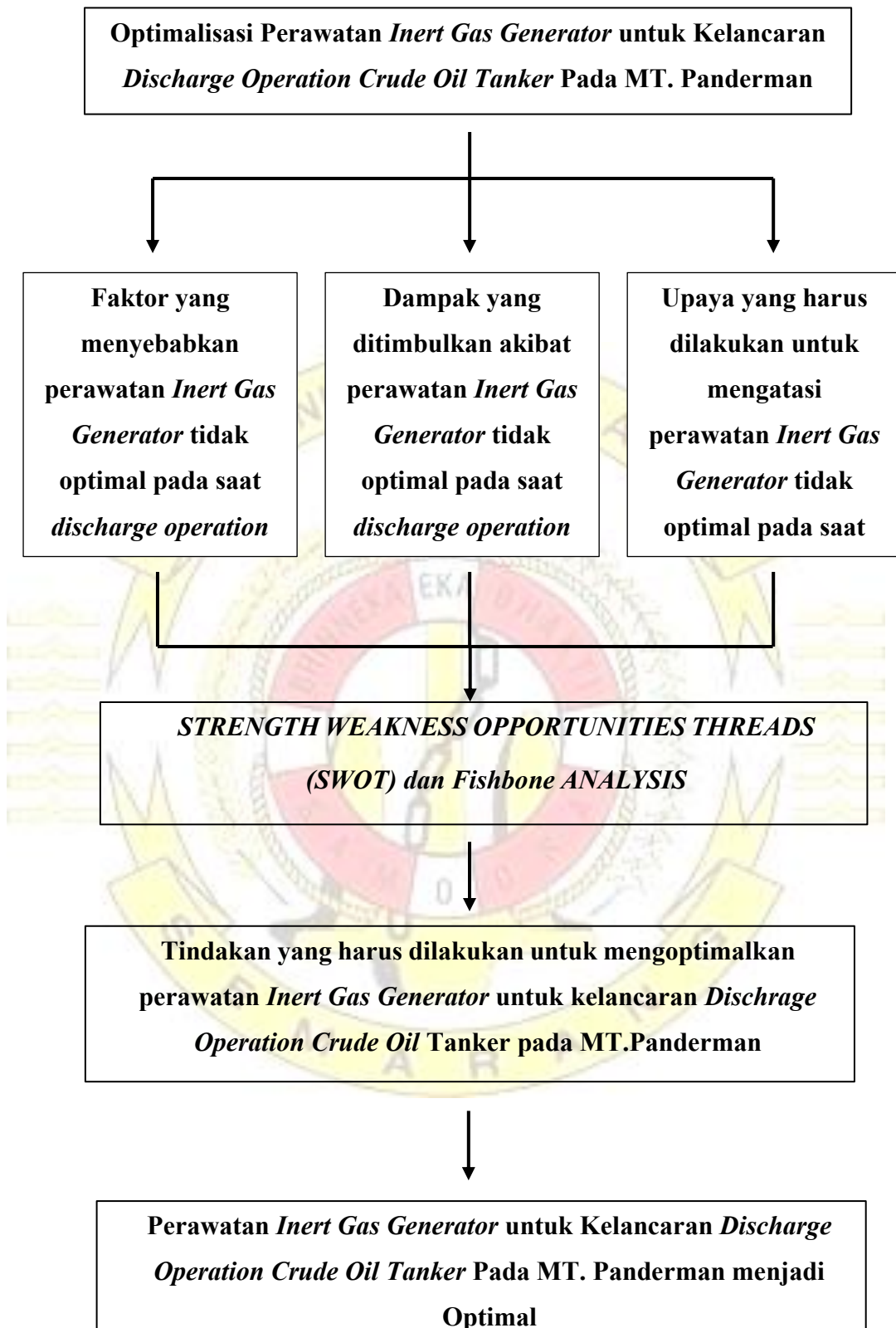
c. Sumber Panas (*Heat*)

Sumber panas bertujuan untuk menyalakan api sampai suhu titik penyalan bahan bakar didapat. Komponen utama untuk menyalakan segitiga api adalah bahan bakar, oksigen, dan sumber panas. Sumber panas bisa dari mana saja, untuk sumber panas *Inert Gas Generator (IGG)* pada saat proses pembakaran dari *ignition glow plug Inert Gas Generator (IGG)* yang mengubah listrik menjadi panas. Kemudian sumber panas membakar bahan bakar pada *ignition burner* dan diteruskan oleh *main burner* sebagai pembakaran utama *Inert Gas Generator (IGG)*.

B. Kerangka Penelitian

Untuk mempermudah penelitian, peneliti menjelaskan mengenai kerangka pikir secara singkat guna membahas latar belakang peneliti mengangkat judul penelitian tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti dalam mengetahui optimalisasi perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* di MT.Panderman.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan pemahaman mengenai perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* yang diperoleh melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi pustaka. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memahami faktor-faktor yang menyebabkan perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* tidak optimal dan melakukan evaluasi akibat dari tidak optimalnya *Inert Gas Generator (IGG)*. Kemudian peneliti merumuskan strategi yang efektif untuk mengoptimalkan *Inert Gas Generator (IGG)* dengan perawatan yang baik. Kerangka penelitian ini mencakup identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis data, penyusunan strategi pencegahan, serta implementasi dan evaluasi strategi tersebut. Melalui skripsi ini diharapkan dapat menjadi acuan atau pegangan guna meningkatkan kinerja *Inert Gas Generator (IGG)* lebih optimal. Kerangka penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 16. Kerangka Pikir Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Menurut Sugiyono (2020), metode penelitian adalah suatu cara ilmiah dalam mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Ilmiah berarti kegiatan penelitian yang didasarkan pada ciri-ciri keilmuan, yakni rasional, empiris, dan sistematis seperti yang telah ditelusuri dalam filsafat ilmu.

Umumnya, metode penelitian dibagi menjadi dua yaitu kualitatif dan kuantitatif. Ditinjau dari datanya, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif. Menurut Sobry & Prosmala (2020), penelitian kualitatif merupakan salah satu metodologi dalam penelitian yang belum memiliki definisi yang baku dan disepakati penggunaannya secara umum. Proses penelitian mencakup membuat pertanyaan penelitian dan prosedur yang masih bersifat sementara, mengumpulkan data pada subjek partisipan, analisis data secara induktif, membangun data yang parsial ke dalam tema, dan selanjutnya memberikan interpretasi terhadap makna suatu data. Kegiatan akhir adalah membuat laporan ke dalam struktur yang fleksibel.

Adapun beberapa jenis pendekatan penelitian, salah satunya pendekatan deskriptif, yaitu dengan menggambarkan dan mendeskripsikan suatu masalah kemudian menuturkan pemecahan masalah dengan data-data yang terjadi di lapangan seperti wawancara, observasi, dan dokumentasi.

Menurut Widyanto (2023), metode deskriptif kualitatif adalah metode yang menggambarkan serta memaparkan secara terperinci mengenai objek

yang diteliti dari sudut pandang secara luas dan sempit, dan menurut pendekatan ilmiah dan pendekatan sistem. Penelitian ini mengaplikasikan data primer dan data sekunder sebagai bukti dokumen serta dibantu dengan triangulasi data dari wawancara, observasi, dan dokumentasi. Jadi dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menyajikan fakta, keadaan, dan fenomenal yang terjadi di kapal.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada saat peneliti melakukan praktik laut di PT. Pertamina International Shipping pada kapal MT. Panderman pada tanggal 23 Juli 2023 sampai 25 Juli 2024.

2. Tempat Penelitian

- a. *Name Vessel* : MT. Panderman/P.1031
- b. *Call Sign* : YBVE2
- c. *IMO Number* : 9793454
- d. *Owner* : PT. Pertamina International Shipping
- e. *Builder* : PT. Daya Radar Utama Unit-V Lamongan
- f. *Vessel Type* : *Crude Oil Tanker*
- g. *Class* : BKI, Bureau Veritas (BV)
- h. *LOA* : 157.50 m
- i. *DWT* : 17.760 Ton
- j. *GT* : 14.749 Ton

- k. *NETT* : 7.843 Ton
- l. *Main Engine* : MAN STX-MAN 6S35MC-MK7
- m. *Aux Engine* : YANMAR CO.LTD., Model 6EY22ALW
- n. *Crew* : 26 *Person*

C. Sumber Data Penelitian

Selama penelitian di kapal, peneliti melakukan pengolahan dan pengumpulan data untuk mempermudah peneliti dalam memecahkan rumusan masalah. Dalam penelitian ini, peneliti mengumpulkan data berupa observasi serta wawancara dengan narasumber.

Ada beberapa jenis data yang akan dikumpulkan sebagai berikut:

1. Data Primer

Menurut Wiratna Sujarweni dalam (Nadirah et al., 2022) data primer adalah data yang diperoleh dari responden melalui kuesioner, kelompok fokus, dan panel, atau juga data hasil wawancara peneliti dengan narasumber. Data yang diperoleh dari data primer ini harus diolah lagi dengan sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data.

Data primer yang digunakan peneliti berupa data primer langsung dari sebuah observasi dan wawancara yang paham mengenai mengenai *Inert Gas Generator (IGG)* di MT. Panderman yaitu dengan *Chief Engineer* dan *Second Engineer* MT. Panderman selaku kepala *engine department* dan sebagai penanggung jawab *Inert Gas Generator (IGG)* di kapal.

2. Data Sekunder

Menurut Wiratna Sujarweni dalam (Nadirah et al., 2022) data sekunder adalah data yang didapat dari catatan, buku, dan majalah berupa laporan keuangan publikasi perusahaan, laporan pemerintah, artikel, buku-buku sebagai teori dan lain sebagainya.

Data-data sekunder diperoleh dari buku atau arsip dokumen yang sejalan dengan masalah yang akan dibahas, pedoman teoritis dan ketentuan dari kondisi nyata dalam penelitian dari sumber lain serta panduan *manual book* tentang permesinan yang terdapat di atas kapal selama praktik berlangsung.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah metode atau teknik yang digunakan untuk mengumpulkan bahan atau data nyata yang digunakan dalam penelitian. Teknik pengumpulan data bertujuan untuk memperoleh informasi yang diperlukan untuk menjawab rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian.

Menurut Sugiyono (2020), metode pengumpulan data dapat diperoleh dari hasil wawancara (*interview*), observasi, dan dokumentasi. Pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan data-data yang relevan, akurat, dan nyata. Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data lebih dari satu, sehingga dapat saling melengkapi satu sama lain untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Peneliti menggunakan beberapa teknik pengumpulan data, antara lain:

1. Metode Observasi

Observasi adalah salah satu teknik pengumpulan data. Observasi yang peneliti gunakan adalah jenis observasi partisipatif. Observasi partisipatif artinya peneliti terlibat dalam kegiatan sehari-hari pada objek yang sedang diamati sebagai sumber data penelitian (Sugiyono, 2020). Observasi ini dilakukan pada saat melakukan praktik laut terkait perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* di kapal MT. Panderman.

2. Wawancara (*Interview*)

Menurut Sugiyono (2020), wawancara atau *Interview* adalah sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti tetapi juga apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam, teknik ini mendasarkan diri pada laporan tentang diri sendiri atau setidak-tidaknya pada pengetahuan dan atau keyakinan pribadi.

Wawancara kali ini menggunakan wawancara terbuka, di mana peneliti melakukan mengajukan pertanyaan langsung kepada narasumber yang terlibat dalam perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* yaitu:

- a. *Chief Engineer*
- b. *Second Engineer*
- c. *Third Engineer*

3. Studi Dokumen

Menurut Sugiyono (2020), studi dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar, dan

berbentuk karya. Studi dokumen merupakan pelengkap dari teknik pengumpulan data observasi dan wawancara sehingga hasil penelitian akan lebih dipercaya apabila didukung oleh foto-foto atau dokumen yang berkaitan dari permasalahan yang sedang diangkat.

Dalam penelitian ini, peneliti memperoleh data-data berupa arsip dan dokumen yang mendukung permasalahan dari kapal. Data-data tersebut adalah:

- a. Foto-foto perawatan *Inert Gas Generator (IGG)*
- b. *Inert Gas Generator Log*

4. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan membaca, memahami, menganalisis informasi dari berbagai sumber referensi seperti *manual book*, jurnal, dan berbagai website yang didapat dari internet. Dengan melakukan studi pustaka, peneliti akan memperjelas konsep dan definsi dan memperoleh landasan teori yang kuat untuk mendukung penelitian.

Studi pustaka ini menggunakan *manual book* di atas kapal yang diberikan oleh *maker* dari Feen Marine Indonesia sebagai pegangan untuk merawat *Inert Gas Generator (IGG)* (2022). Studi pustaka bisa membandingkan penelitian sebelumnya dengan membandingkan kejadian di atas kapal. Ada beberapa website yang bisa menunjang dan dapat dipercaya kebenaran atas materi yang disampaikan sehingga membantu

peneliti juga dalam mengambil teknik pengumpulan data dari *Inert Gas Generator (IGG)*.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ialah suatu proses atau prosedur yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan dan mengolah data untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian yang sedang dibahas. Instrumen penelitian ini harus valid dan reliabel agar data tersebut dapat dianalisis dengan baik.

Menurut Sugiyono (2020), penelitian kualitatif yang menjadi instrumen atau alat penelitian adalah peneliti itu sendiri. Artinya peneliti ialah orang yang melihat fenomena permasalahan, menentukan data, mengolah data, dan membuat kesimpulan atas temuannya. Oleh sebab itu, peneliti menggunakan pedoman wawancara dan memberikan kuesioner untuk memperoleh data prioritas atas permasalahan pada komponen-komponen *Inert Gas Generator (IGG)* dan bagaimana *crew* melakukan perawatan dan perbaikan pada *Inert Gas Generator (IGG)* di MT. Panderman.

F. Teknik Analisis Data Kualitatif menggunakan *SWOT* dan *Fishbone*

Menurut Sugiyono (2020), analisis data kualitatif adalah proses menggambarkan seluruh data hasil observasi, wawancara mendalam dan dokumentasi, mereduksi (memilih) data untuk memilih mana yang dipandang baru, penting dan menarik, kategorisasi (memilah) data ke dalam bentuk, warna, sifat dan jenis, mengkonstruksi hubungan antar kategori, dan menemukan tema penelitian. Analisis juga dilakukan untuk memahami makna suatu peristiwa,

memastikan kebenaran data, mencari sebab-sebab timbulnya suatu peristiwa, memahami proses dan menemukan hipotesis.

1. Metode SWOT

Menurut Rangkuti (2021), analisis SWOT merupakan akronim atau singkatan dari 4 kata yaitu *Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities*, dan *Threats*. Analisis SWOT merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan (*strengths*), kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*) dalam suatu konteks permasalahan.

Analisis ini merupakan sebuah analisis yang memberikan output berupa arahan bukan solusi dalam sebuah permasalahan. Meskipun arahan tersebut bisa diartikan sebagai salah satu bentuk solusi namun pada dasarnya arahan/rekomendasi yang dihasilkan untuk mempertahankan kekuatan dan menambah keuntungan dari peluang yang ada, sekaligus mengurangi kekurangan dan menghindari ancaman.

Analisis SWOT ini digunakan untuk menganalisis strategis yang cocok untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal dari penelitian yang berjudul optimalisasi perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* untuk kelancaran *discharge operation crude oil tanker* pada MT. Panderman sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* serta untuk menentukan strategi optimal dalam meningkatkan performa dari *Inert Gas Generator (IGG)*.



Gambar 3. 17. Analisis SWOT

Sumber : Hendru Maulana Yusuf, 2023

Faktor-faktor yang ditetapkan kemudian diterapkan dalam bentuk matriks SWOT, faktor-faktor tersebut diantaranya:

1. Bagaimana kekuatan (*strength*) mampu mengambil keuntungan (*advantage*) dari peluang (*opportunities*) yang ada.
2. Bagaimana cara mengatasi kelemahan-kelemahan (*weaknesses*) yang mencegah keuntungan (*advantage*) dari peluang (*opportunities*) yang ada.
3. Bagaimana kekuatan (*strength*) mampu menghadapi ancaman (*threats*) yang ada.
4. Bagaimana cara mengatasi kelemahan (*weaknesses*) yang mampu membuat ancaman (*threats*) menjadi nyata atau menciptakan sebuah ancaman baru.

a. Tahap Menentukan Faktor Internal dan Faktor Eksternal

Tahap menentukan faktor internal dan faktor eksternal adalah langkah awal yang harus dilakukan apabila menggunakan metode SWOT. Analisis faktor internal meliputi analisis tentang kekuatan (*strengths*) dan kelemahan (*weaknesses*). Analisis kekuatan (*strengths*) *Inert Gas Generator (IGG)* dengan mengambil faktor terkuat yang menjadi pengaruh paling besar dalam kinerja *Inert Gas Generator (IGG)*. Analisis kekuatan (*strengths*) dapat diambil dari komponen-komponen *Inert Gas Generator (IGG)*. Sedangkan, analisis kelemahan (*weaknesses*) *Inert Gas Generator (IGG)* dengan mengambil faktor yang menentukan terjadi penurunan kinerja dari *Inert Gas Generator (IGG)*.

Kemudian untuk analisis faktor eksternal meliputi peluang (*opportunities*) dan ancaman (*threats*). Analisis peluang (*opportunities*) dengan menganalisis peluang yang terbaik dari pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)*. Untuk analisis ancaman (*threats*) dengan menganalisis ancaman dari kurang optimalnya *Inert Gas Generator (IGG)*.

Tabel 3. 1. Faktor Internal dan Faktor Eksternal

FAKTOR INTERNAL	NO	<i>STRENGTHS</i>	NO	WEAKNESSES
	1	Faktor 1	1	Faktor 1
	2	Faktor 2	2	Faktor 2
	3	Faktor 3	3	Faktor 3
	4	Dst...	4	Dst...

FAKTOR EKSTERNAL	NO	<i>OPPORTUNITIES</i>	NO	<i>THREATS</i>
	1	Faktor 1	1	Faktor 1
	2	Faktor 2	2	Faktor 2
	3	Faktor 3	3	Faktor 3
	4	Dst...	4	Dst...

b. Menentukan Nilai Urgensi (NU) dan Bobot Faktor (BF)

Setelah menentukan identifikasi faktor internal dan faktor eksternal, langkah selanjutnya ialah penilaian terhadap faktor-faktor tersebut. Penilaian dengan menetapkan nilai urgensi (NU) dan bobot tiap masing-masing faktor (BF). Kemudian melakukan perbandingan semua faktor yaitu perbandingan faktor internal dan perbandingan faktor eksternal. Pada setiap faktor akan diberikan penomoran 1-4. Hasil dari penomoran 1-4 akan didapatkan nilai dukungan (ND). Kemudian, Nilai BF ditentukan dengan membandingkan nilai urgensi tiap faktor dengan faktor yang lain dan dihitung menggunakan rumus. Bobot faktor yang akan dihasilkan dalam persentase jumlah nilai urgensi (NU) ke samping kanan dibagi dan jumlah total nilai urgensi (NU) atau (NU) total hasil kebawah.

Tabel 3. 2. Nilai Urgensi (NU) dan Bobot Faktor (BF)

NO	FAKTOR INTERNAL	1	2	3	4	NU	BF(%)
1	FAKTOR 1	√					
2	FAKTOR 2		√				
3	FAKTOR 3			√			
JUMLAH							
NO	FAKTOR EKSTERNAL	1	2	3	4	NU	BF(%)
1	FAKTOR 1	√					
2	FAKTOR 2		√				
3	FAKTOR 3			√			
JUMLAH							

c. Menentukan Nilai Dukungan (ND)

Setelah menyebarkan kuesioner untuk melihat sudut pandang seseorang mengenai *Inert Gas Generator (IGG)*. Selanjutnya peneliti melakukan rekap terhadap kuesioner yang telah disebar, kemudian dengan *Chief*

Engineer untuk menentukan nilai dukungan (ND) dari tiap-tiap faktor internal dan eksternal. Semakin tinggi nilai dukungan membuktikan bahwa semakin tinggi pula faktor tersebut terhadap *Inert Gas Generator (IGG)*. Berikut adalah skala penilaian kuesioner dari nilai dukungan (ND):

Tabel 3. 3. Nilai Dukungan (ND)

NO	Faktor Internal	ND
1	Faktor 1	
2	Faktor 2	
3	Faktor 3	
4	Dst...	
NO	Faktor Eksternal	ND
1	Faktor 1	
2	Faktor 2	
3	Faktor 3	
4	Dst...	

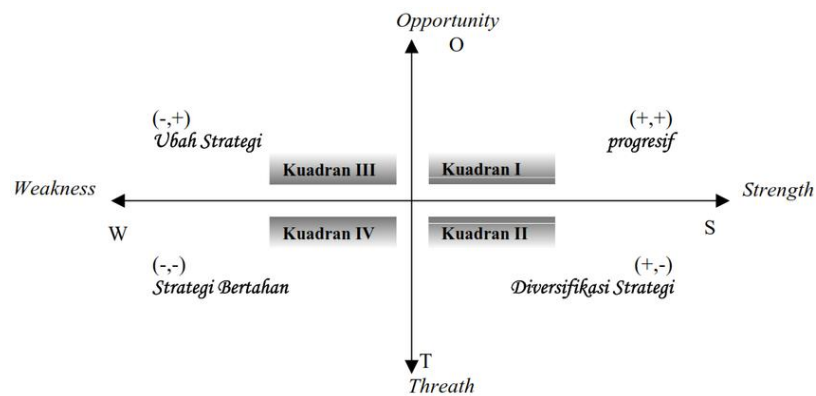
d. Menentukan Nilai Faktor Keterkaitan (NRK)

Selanjutnya peneliti membuat tabel yang berisi penilaian tentang keterkaitan antara faktor internal dan faktor eksternal. Penilaian tersebut dinamakan nilai relatif keterkaitan faktor internal dan eksternal (NRK). Nilai ini berisikan hubungan antara satu faktor dengan faktor lain yang saling berkaitan dalam perawatan *Inert Gas Generator (IGG)*. Untuk penilaiannya dengan dibuatkan bilangan urut 1-5 untuk memudahkan dalam membandingkan keterkaitan tiap masing-masing faktor. Kemudian menentukan total nilai relatif keterkaitan dengan menjumlah nilai yang diperoleh dari perbandingan setiap faktor. Hasilnya dituliskan di kolom nilai relatif keterkaitan (NRK) yang merupakan nilai rata-rata jumlah skor keterkaitan.

Keterangan :

- a. NU : Nilai Urgensi
 - b. BF : Bobot Faktor
 - c. ND : Nilai Fukungan
 - d. NRK : Nilai Rata-Rata Keterkaitan
 - e. NBK : Nilai Bobot Keterkaitan
 - f. NBD : Nilai Bobot Dukungan
 - g. TNB : Total Nilai Bobot
 - h. FKK : Faktor Kunci Keberhasilan
- e. Grafik Analisis SWOT

Grafik SWOT adalah grafik yang digunakan untuk menggambarkan ordinat kuadran SWOT sehingga mengetahui strategi optimalisasi perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* berdasarkan hasil analisis faktor internal dan eksternal. Grafik ini untuk mengetahui aspek yang perlu dipertahankan dan diminimalkan dari upaya optimalisasi perawatan *Inert Gas Generator (IGG)*. Grafik ini digunakan untuk menentukan strategi yang bisa digunakan untuk mengatasi permasalahan perusahaan. Cara menentukan grafik ini dengan mengurangi faktor internal yaitu *Strengths* – *Weaknesses* dan faktor eksternal yaitu *Opportunities* – *Threats*.



Gambar 3. 18. Grafik Analisis SWOT

Sumber : Jauhar Fadlur Rahman, 2018

Dari gambar grafik analisis SWOT, terdapat beberapa kuadran yang digunakan untuk menentukan matrik strategi SWOT yang sesuai dengan hasil perhitungan SWOT. Kuadran-kuadran tersebut ialah:

1. Kuadran I (Progresif)

Kuadran ini memiliki sifat progresif yang berarti kuadran yang mengarah kemajuan. Pada kuadran ini sangat menguntungkan karena perusahaan memiliki kekuatan sehingga dapat memaksimalkan peluang yang ada. Strategi yang harus ditetapkan dalam kuadran ini adalah mendukung kebijakan pertumbuhan yang agresif (*Growth Oriented Strategy*).

2. Kuadran II (Diversifikasi Strategi)

Kuadran ini memiliki sifat diversifikasi yang berarti keanekaragaman. Walaupun memiliki ancaman, perusahaan memiliki kekuatan dari segi internal. Strategi yang harus ditetapkan dengan menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka panjang dengan cara diversifikasi (produk/pasar).

3. Kuadran III (*Turn Around*)

Kuadran ini *turn around* atau berbalik dimana perusahaan menghadapi peluang yang besar tetapi di lain pihak menghadapi beberapa kendala atau kelemahan internal. Strategi yang harus dilakukan dengan meminimalkan masalah-masalah internal perusahaan sehingga dapat merebut peluang pasar dengan lebih baik.

4. Kuadran IV (Defensif)

Kuadran ini defensif atau bertahan dimana situasi yang tidak menguntungkan. Perusahaan sedang menghadapi berbagai ancaman dan kelemahan internal.

f. Matriks Strategi SWOT

Formulasi strategis disusun menggunakan hasil analisis SWOT adalah dengan menggabungkan berbagai indikator yang terdapat dalam kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman. Model penggabungannya menggunakan TOWS Matriks. Namun tidak semua rencana strategi yang disusun dari TOWS Matriks ini digunakan seluruhnya. Strategi yang dipilih adalah strategi yang dapat memecahkan isu strategis permasalahan.

Tabel 3. 6. Matriks Strategi SWOT

Faktor Internal	Strengths (S)	Weaknesses (W)
Faktor Eksternal	SO Strategi	WO Strategi
Opportunities (O)	SO Strategi	WO Strategi
Threats (T)	ST Strategi	WT Strategi

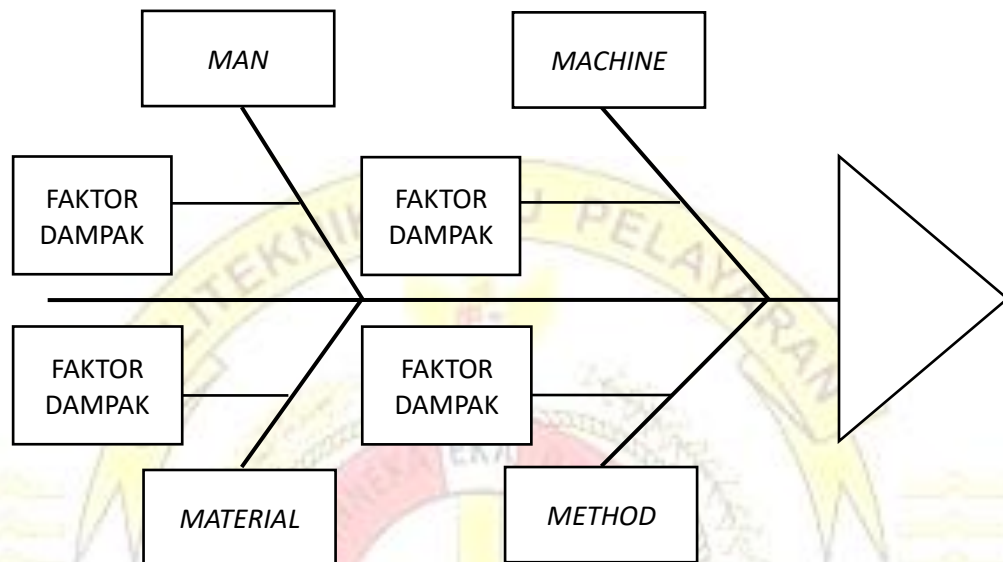
- 1). S-O strategi adalah strategi yang disusun dengan cara menggunakan semua kekuatan untuk merebut peluang.
- 2). W-O strategi adalah strategi yang disusun dengan cara meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang yang ada.
- 3). S-T strategi adalah strategi yang disusun dengan cara menggunakan semua kekuatan untuk mengatasi ancaman.
- 4). W-T strategi adalah strategi yang disusun dengan cara meminimalkan kelemahan untuk menghindari ancaman.

2. Metode *Fishbone Diagram*

Peneliti akan menggunakan metode *fishbone diagram* untuk menganalisis permasalahan faktor-faktor yang menyebabkan perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* kurang optimal sehingga menghasilkan *oxygen content* diatas batas normalnya. Diagram *fishbone* dapat mempermudah peneliti untuk menentukan sumber permasalahan prioritas yang kemudian permasalahan ini dapat teridentifikasi dengan jelas.

Diagram ini dapat menentukan permasalahan yang ditemui oleh peneliti selama melakukan praktik laut di MT. Panderman karena memiliki nilai

praktis dengan melakukan *brainstorming* pada masalah yang ditemukan di faktor penyebabnya. Kemudian faktor tersebut dapat merumuskan faktor-faktor utama dalam pembuatan Diagram *Cause and Effect*.



Gambar 3. 19. *Cause and Effect Diagram Fishbone*

Langkah-langkah untuk membuat Diagram *Fishbone / Cause Effect*

(Sebab Akibat) yakni:

- a. Menyiapkan sesi analisa tulang ikan.
- b. Mengidentifikasi akibat atau masalah.
- c. Mengidentifikasi berbagai kategori sebab utama.
- d. Menemukan sebab-sebab potensial dengan cara sumbang saran.
- e. Mengkaji kembali setiap kategori sebab utama.
- f. Mencapai kesepakatan atas sebab-sebab yang paling mungkin.

G. Pengujian Keabsahan Data

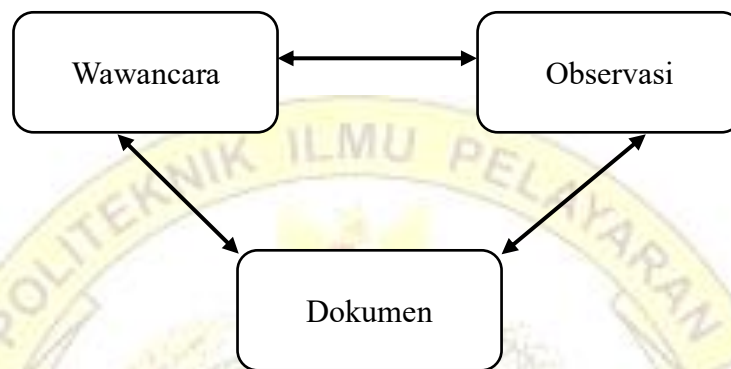
Dalam penelitian kualitatif, temuan atau data dapat dinyatakan valid apabila tidak ada perbedaan antara yang dilaporkan peneliti dengan apa yang sesungguhnya terjadi pada obyek yang diteliti. Tetapi perlu diketahui bahwa kebenaran realitas data menurut penelitian kualitatif tidak bersifat tunggal, tetapi jamak. Penelitian kualitatif, disebut realitas yaitu bersifat majemuk/ganda, dinamis/selalu berubah, sehingga tidak ada yang konsisten dan berulang seperti semula. Cara melaporkan penelitian bersifat *ideosyneratic* yaitu tiap peneliti memnerri laporan menurut bahasa dan jalan pikiran sendiri.

Mengutip buku Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (*Mixed Methods*) karya Sugiyono (2020), ada 4 cara untuk menentukan uji keabsahan data dalam penelitian kualitatif yaitu uji *credibility* (validitas interbal), uji *transferability* (validitas eksternal), uji *dependability* (reliabilitas), dan uji *confirmability* (obyektivitas).

1. Pengujian *Credibility*

Cara pengujian kredibilitas data atau kepercayaan terhadap data hasil penelitian kualitatif antara lain dilakukan dengan perpanjangan pengamatan, peningkatan ketekunan dalam penelitian, triangulasi, diskusi dengan teman sejawat, analisis kasus negatif, dan member check. Pada penelitian ini, peneliti melakukan pengamatan yang berkesinambungan di *Inert Gas Generator (IGG)* dan melakukan wawancara terhadap narasumber. Kemudian peneliti melakukan triangulasi teknik pengumpulan data yaitu observasi, kuesioner, wawancara di kapal. Kemudian menganalisis dan mendiskusikan

dengan narasumber tentang kondisi normal dan tidak normal dari *Inert Gas Generator*. Peneliti melakukan *member check* yaitu proses pengecekan data yang diperoleh peneliti kepada narasumber yaitu *Chief Engineer* dan *Second Engineer*.



Gambar 3. 20. Triangulasi Teknik Pengumpulan Data

2. Pengujian *Transferability*

Uji transfer berkenaan dengan pertanyaan hingga mana hasil penelitian dapat diterapkan atau digunakan dalam situasi lain. Maka peneliti dalam membuat penelitian harus memberikan uraian yang rinci, jelas, sistematis, dan dapat dipercaya. Dengan demikian pembaca menjadi jelas atas hasil penelitian tersebut, sehingga dapat memutuskan dapat atau tidaknya untuk mengaplikasikan hasil penelitian tersebut di kapal lain.

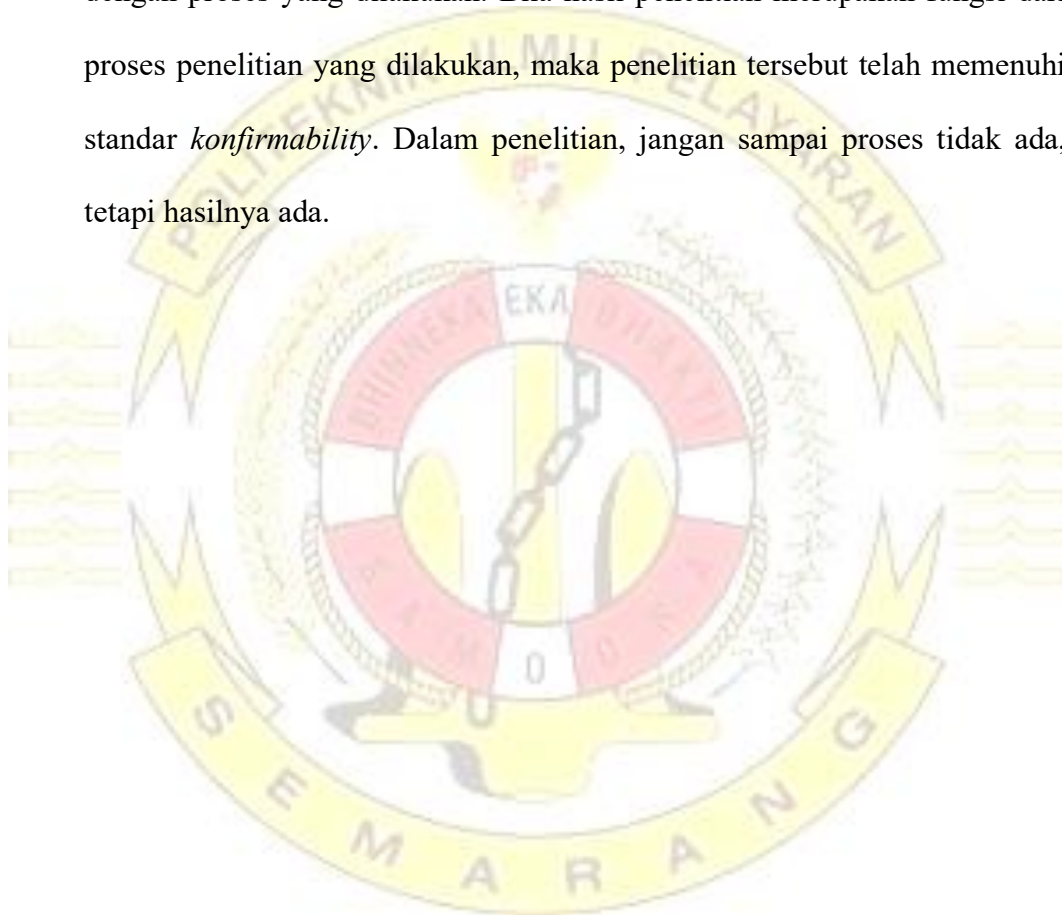
3. Pengujian *Dependability*

Uji *dependability* dilakukan dengan melakukan audit terhadap keseluruhan proses penelitian. Caranya dilakukan oleh peneliti sendiri untuk mengaudit keseluruhan aktivitas *Inert Gas Generator (IGG)* dalam melakukan penelitian. Bagaimana peneliti mulai menentukan masalah/fokus,

memasuki lapangan, menentukan sumber data, melakukan analisis data, melakukan uji keabsahan data, sampai membuat kesimpulan harus dapat ditunjukkan oleh peneliti.

4. Pengujian *Konfirmability*

Menguji *konfirmability* berarti menguji hasil penelitian, dikaitkan dengan proses yang dilakukan. Bila hasil penelitian merupakan fungsi dari proses penelitian yang dilakukan, maka penelitian tersebut telah memenuhi standar *konfirmability*. Dalam penelitian, jangan sampai proses tidak ada, tetapi hasilnya ada.



BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Konteks Penelitian

Dalam penelitian ini, tujuan peneliti adalah untuk memberikan gambaran mengenai dasar-dasar yang menjadi topik dari penelitian yang berjudul "Optimalisasi Perawatan *Inert Gas Generator* untuk Kelancaran *Dishcraige Operation Crude Oil Tanker* pada MT. Panderman". Peneliti mengumpulkan dan menganalisis data tertulis untuk mengetahui gambaran umum mengenai objek yang sedang diteliti.



Gambar 4. 21. Kapal MT. Panderman / P.1031

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Peneliti melakukan studi penelitian di MT. Panderman selama satu tahun guna melatih keterampilan dan mencari ilmu tentang kehidupan seorang pelaut di PT. Pertamina International Shipping (PT. PIS) yang sekarang beralamat di Jalan Gatot Subroto No. 32-34 Kuningan, Kuningan Timur, Kecamatan

Setiabudi Kota Jakarta Selatan Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 12950. MT. Panderman merupakan kapal milik PT. Pertamina International Shipping (PT. PIS) yang mana *crew management* dikelola oleh PT. Wira Cipta Tirta. MT. Panderman mengangkut *Crude Oil* seperti *Sumatra Light Crude (SLC) Oil*, *Heavy Vacuum Gas Oil (HVGO)*, *Condensat*, dan lain-lain.

MT. Panderman memiliki sepuluh (10) ruang tangki kargo sebagai tempat untuk memuat muatan *Crude Oil*. Penanganan muatan kapal dibantu dengan *Inert Gas System (IGS)* dengan *Cargo Oil Pump (COP)*. *Inert Gas System (IGS)* pada kapal ini menggunakan *Inert Gas Generator (IGG)* dari Feen Marine Indonesia. Dibawah ini adalah *Ship Particular* dari MT. Panderman / P.1031:

<i>Ship Name</i>	: MT. Panderman – P.1031
<i>Call Sign</i>	: YBVE2
<i>IMO Number</i>	: 9793454
<i>MMSI No</i>	: 525108004
<i>Vessel Type</i>	: Oil Tanker
<i>Owner</i>	: PT. Pertamina International Shipping
<i>Builder</i>	: PT. Daya Radar Utama Unit –V Lamongan
<i>Keel Laid</i>	: October 2014
<i>Flag</i>	: Indonesia
<i>Class</i>	: BKI, Bureau Veritas (BV)
<i>LOA</i>	: 157.50 m
<i>Breadth</i>	: 27.70 m
<i>Depth</i>	: 12.00 m

<i>DWT</i>	: 17.760 Ton
<i>GT</i>	: 14.479 Ton
<i>NETT</i>	: 7.843 Ton
<i>Inert Gas System</i>	: <i>Inert Gas Generator</i> Feen Marine Indonesia
<i>Crew</i>	: 26 Person

Penelitian terkait *Inert Gas System (IGS)* pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Salah satunya dilakukan oleh Susmita Silva (2022) dan Fachrul Adetyantoko Ramadhan (2023). Penelitian ini akan membandingkan penelitian yang terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan. Perbandingan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4. 7. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Penulis

NO	Indikator	Penelitian I Susmita Silva (2022)	Penelitian II Fachrul Adetyantoko Ramadhan (2023)	Fatchur Rahman Khoiruddin (2025)
1	Judul	Optimalisasi Kinerja <i>Inert Gas Generator</i> untuk Mendapatkan <i>Inert Gas</i> dengan Oksigen Konten di bawah 3% di VLGC Pertamina Gas 2	Upaya Peningkatan Kinerja <i>Inert Gas Generator</i> Guna Meningkatkan Gas Lambam untuk Kelancaran Proses Bongkar Muat di MT. Prima XP	Optimalisasi Perawatan <i>Inert Gas Generator</i> untuk Kelancaran <i>Dischrage Operation Crude Oil Tanker</i> pada MT. Panderman
2	Rumusan Masalah	1. Faktor apa yang menyebabkan kerja <i>Inert Gas Generator</i> menurun, sehingga oksigen konten di atas 3% ? 2. Upaya apa yang dilakukan terkait dengan faktor-faktor yang menyebabkan	1. Apa saja penyebab gagalnya pembakaran pada <i>Inert Gas Generator</i> di MT. Prima XP? 2. Bagaimana cara menyeimbangkan kandungan oksigen (<i>oxygen</i>	1. Faktor yang menyebabkan perawatan <i>Inert Gas Generator</i> tidak optimal pada saat <i>discharge operation</i> . 2. Dampak yang ditimbulkan akibat perawatan <i>Inert Gas Generator</i> tidak

		kerja <i>Inert Gas Generator</i> menurun ?	<i>content</i>) di <i>Inert Gas Generator</i> di MT. Prima XP?	optimal pada saat <i>discharge operation</i> . 3. Upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi perawatan <i>Inert Gas Generator</i> tidak optimal pada saat <i>discharge operation</i>
3	Metode Analisis Data	<i>Fishbone</i> dan <i>SWOT Analysis</i>	<i>Fishbone</i> dan <i>SHEL Analysis</i>	<i>SWOT</i> dan <i>Fishbone Analysis</i>
4	Hasil Penelitian	<p>1. Faktor utama penyebab menurunnya kerja <i>inert gas generator</i> sehingga kadar oksigen konten dalam gas lembam tinggi adalah filter pompa bahan bakar, mensuplai udara yang terlalu banyak.</p> <p>2. Upaya-upaya yang dilakukan terkait faktor yang menyebabkan menurunnya kerja <i>inert gas generator</i> adalah Masinis langsung memeriksa apa yang menyebabkan <i>Oksigen content</i> lebih dari 3%, setelah ditemukan penyebabnya segera melakukan tindakan membersihkan filter pompa bahan</p>	<p>1. Penyebab gagalnya pembakaran pada <i>inert gas generator</i> di MT. Prima XP adalah tidak berfungsinya <i>solenoid valve</i>, <i>electrode</i> dan <i>nozzle</i>, dan tersumbatnya kotoran pada <i>scrubber tower</i>.</p> <p>2. Cara menyeimbangkan <i>Oxygen content</i> di MT. Prima XP yaitu dengan mengatur <i>valve</i> angin dan bahan bakar yang terletak di samping <i>inert gas generator</i>, mengurangi aliran <i>sample</i> yang menuju ke <i>Oxygen analyzer</i>, mencerat air yang ada pada <i>pipe line</i> gas lembam,</p>	<p>1. Faktor-faktor yang menyebabkan perawatan <i>Inert Gas Generator</i> tidak optimal yaitu kondisi <i>ignition</i> dan <i>main burner</i>, <i>ignition glow plug</i>, kalibrasi <i>oxygen analyzer</i>, tidak sesuai jadwal <i>Plan Maintenance System</i>, kurang familisasi <i>crew</i> mengenai IGG, kualitas bahan bakar.</p> <p>2. Dampak yang ditimbulkan akibat perawatan <i>inert gas generator (IGG)</i> tidak optimal adalah proses pembakaran tidak sempurna atau gagal,</p>

		<p>bakar, menutup sedikit <i>air capacity valve</i> yang terletak pada <i>IGG instrument air inlet</i> sesuai dengan ketentuan pada <i>instruction manual book</i>.</p>	<p>mengkalibrasi <i>Oxygen analyzer</i>, menutup sedikit <i>air capacity valve</i> yang terletak pada <i>IGG instrument air inlet</i>.</p>	<p>terjadi <i>Flame Flashback</i>, tidak akurat pembacaan sensor <i>oxygen content</i>, komponen melebihi <i>running hours</i> perawatan, kurangnya familiar terhadap permesinan <i>Inert Gas Generator (IGG)</i>, <i>ignition</i> dan <i>main burner</i> tersumbat.</p> <p>3. Upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi perawatan <i>inert gas generator (IGG)</i> ialah perawatan pada <i>ignition</i> dan <i>main burner</i>, melakukan pengetesan secara berkala pada <i>ignition glow plug</i>, kalibrasi <i>oxygen analyzer</i> secara berkala, membuat jadwal <i>Plan Maintenance System</i> komponen sesuai kondisi <i>running hours Inert Gas Generator (IGG)</i>,</p>
--	--	---	--	--

				meningkatkan Familisasi <i>crew</i> sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan, melakukan pembersihan bahan bakar melalui DO Purifier sehingga bahan bakar tetap terjaga kualitasnya
--	--	--	--	---

B. Deskripsi Data



Gambar 4. 22. *Inert Gas Generator* MT. Panderman

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Inert Gas Generator (IGG) merupakan salah satu permesinan bantu di atas kapal yang berfungsi sebagai sistem pendukung keselamatan pada kapal-kapal tanker pada saat kapal tersebut melakukan kegiatan bongkar muatan kargo. Sesuai *Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter II-2, Regulation 4.5.5, Inert Gas*

System (IGS) dapat ditemukan di kapal-kapal tanker yang mempunyai DWT lebih dari 20.000 GT. Namun kapal yang ukurannya kurang dari 20.000 GT dapat disarankan untuk memasang *Inert Gas System (IGS)* mempertimbangkan resiko yang timbul akibat bongkar muat di terminal. MT. Panderman memiliki DWT 17.760 Ton. Walaupun DWT kurang dari 20.000 Ton namun MT. Panderman memiliki *Inert Gas Generator (IGG)* mengingat beberapa pertimbangan yang dilakukan oleh perusahaan.

Inert Gas Generator (IGG) tersusun atas *burner unit* dan *scrubber unit* yang didinginkan oleh air laut sebagai media pendingin. Setelah dibakar, gas buang tersebut memiliki kadar Oksigen sekitar 2% - 4%. Gas tersebut kemudian dibawa ke tangki muatan kapal setelah melewati bagian *scrubber*, dimana gas *inert* tersebut akan melewati proses pendinginan dan dibersihkan menggunakan media air laut. *Inert Gas Generator (IGG)* di MT. Panderman berfungsi sebagai penghasil gas *inert* yang dihasilkan dari proses pembakaran *Combustion Chamber Inert Gas Generator (IGG)* yang kemudian ditekan oleh blower ke dalam tangki muatan untuk menekan kandungan Oksigen hingga kurang dari 8% dengan target operasional $\leq 5\%$. Hal ini bertujuan untuk mempermudah kinerja pompa dan mencegah masuknya udara dari luar tangki. Berikut klasifikasi *Oxygent Content Inert Gas Generator (IGG)*:

Tabel 4. 8. Tabel Klasifikasi *Oxygent Content Inert Gas Generator (IGG)*

NO	Kadar O ₂	Keterangan
1	11%	Batas maksimal <i>Oxygent Content</i> .
2	8%	Maksimal <i>Oxygent Content</i> yang diizinkan.
3	5%	<i>Oxygent Content</i> yang memuaskan.
4	3%	<i>Oxygent Content</i> terbaik.

Inert Gas Generator (IGG) pada MT. Panderman menghasilkan gas *inert* melalui proses pembakaran bahan bakar *Marine Diesel Oil (MDO)* atau B35 dengan media *ignition burner* dan *main burner*. Kedua bahan bakar yang berbeda membuat perlakuan perawatan dan perbaikan berbeda juga dikarenakan residu dari setiap pembakaran berbeda.

Berikut adalah spesifikasi *Inert Gas Generator (IGG)* pada MT.

Panderman :

<i>Type</i>	: Inert Gas Generator FM 186 – 111
<i>Maker</i>	: Feen Marine Indonesia
<i>Class Society</i>	: BV
<i>Capacity</i>	: 2500 Nm ³ /h
<i>Discharge Pressure</i>	: Approx. 0.12 bar
<i>Oxygen Content</i>	: 1-5% by volume
<i>Instrument Air Supply</i>	: 6-8 Bar
<i>Fuel Oil</i>	: MDO / B35
<i>Scrubber</i>	: 1 Set
<i>Sea Water Temperature</i>	: Max 35°C
<i>Filter Seawater</i>	: size 3 mm
<i>Temperature Outdoor</i>	: -20°C to 45°C
<i>Temperature IG Room</i>	: 0°C to 45°C
<i>Motor Blower</i>	: 380VAC, 50Hz, 3 Phase
<i>Motor FO Pump</i>	: 380VAC, 50Hz, 3 Phase
<i>Fuel Oil</i>	: 185 kg/h

<i>Sea Water for Generator</i>	: 160 m ³ /h
<i>SW pressure</i>	: 2-2.5 bar at generator inlet
<i>Sea Water for DWS</i>	: 3 m ³ /h
<i>SW pressure</i>	: 0.7-1 bar at DWS Inlet
<i>Power Control System</i>	: 3kW
<i>Air Control System</i>	: 4 Nm ³ /h
<i>Air Ignition Burner</i>	: 0.4 Nm ³ /h
<i>Blower Capacity</i>	: 2.500 Nm ³ /h

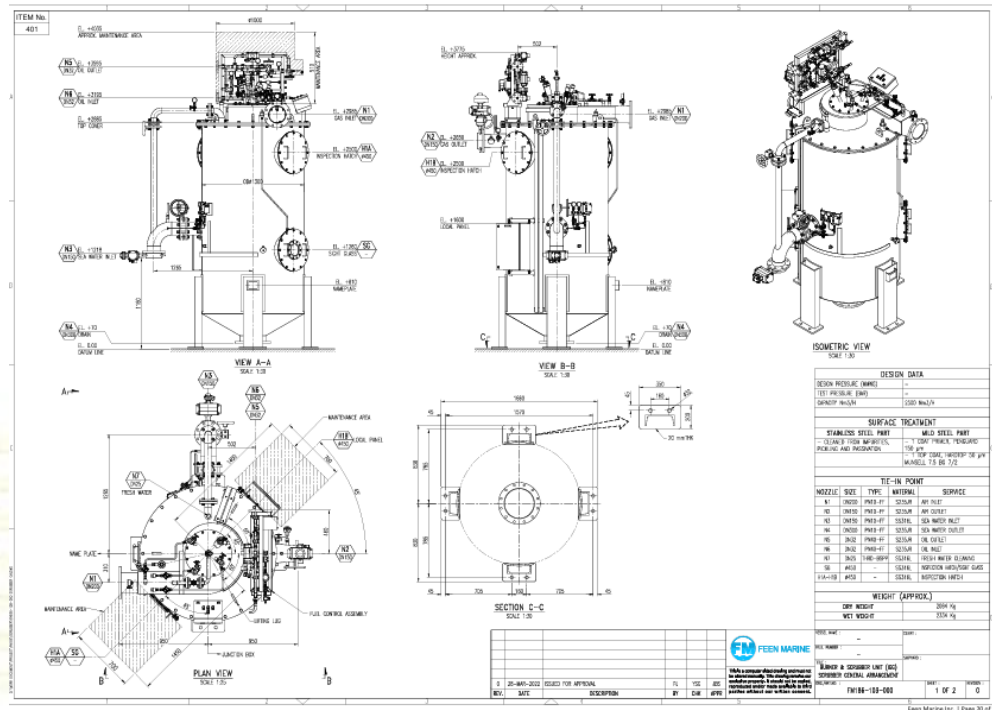
Inert Gas Generator (IGG) Composition

CO	: Max 100 ppm (144 mg/m ³)
NO _x	: Max 150 ppm (190 mg/m ³)
SO ₂	: Max 10 ppm (26 mg/m ³)
CO ₂	: Approx 14%
NO ₂ + Air	: Balance
Soot	: Bacharach 0

Sumber : *Manual Book Inert Gas Generator Feen Marine 2022*

Inert Gas Generator (IGG) di MT. Panderman memiliki perawatan yang baik selama beroperasi sejak tahun 2022. Pengoperasian yang sesuai dengan prosedur dan tidak melakukan coba-coba membuat performa *Inert Gas Generator (IGG)* optimal. Mengingat *running hours* yang dioperasikan sejak tahun 2022, mustahil suatu permesinan tidak memiliki suatu kendala atau gangguan yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Contohnya adalah kurangnya pelaksanaan perawatan rutin sesuai *Plan Maintenance System (PMS)*

yang terencana dikarenakan permesinan tersebut tergolong baru. Hal ini menyebabkan *Inert Gas Generator (IGG)* kurang optimal dalam beroperasi pada saat melaksanakan *discharge operation* di terminal maupun pada saat *Ship to Ship (STS operation)* yang menyebabkan terganggunya operasional kapal.



Gambar 4. 23. Gambaran Umum *Inert Gas Generator* MT. Panderman

Sumber : *Manual Book Inert Gas Generator* MT. Panderman 2022

Pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)* menjadi hal penting dalam kelancaran operasional kapal. Perawatan yang baik dan berkala pada *Inert Gas Generator (IGG)* dapat meminimalisir kerusakan komponen-komponen dan menjaga performa *Inert Gas Generator (IGG)* agar tetap optimal. Perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* berkiblat pada *manual book* dari *maker* dan FMM (*Fleet Management Manual*) yang mana *manual* tersebut merujuk pada ISM Code yang diterapkan dari perusahaan. Komponen-komponen *Inert Gas*

Generator (IGG) mempengaruhi gas *inert* dari hasil pembakaran yang akan didistribusikan ke tangki kargo. Komponen-komponen tersebut diantaranya:

1. *Scrubber Unit*

Scrubber unit adalah salah satu komponen utama dari sistem *Inert Gas Generator (IGG)* yang berfungsi untuk membersihkan dan mendinginkan gas buang atau gas *inert* dari hasil pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* sebelum gas *inert* tersebut dialirkan ke tangki kargo. Di dalam *scrubber unit* terdapat beberapa komponen yang mendukung proses pembersihan dan pendinginan gas *inert* di *scrubber unit*, yaitu: *Scrubber Pump*, *Spray Nozzle*, dan Demister.

2. *Combustion Chamber*

Combustion chamber tempat pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* yang menghasilkan gas *inert* dari *ignition* dan *main burner*. Gas *inert* ini mengandung kandungan Oksigen yang rendah yang kemudian akan diolah lagi ke komponen lainnya. Di dalam *Combustion Chamber* terdapat komponen yang mendukung proses pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)*, yaitu: *Ignition Burner*, *Ignition Glow Plug*, *Air Supply Control*, dan *Main Burner*.

3. Blower

Blower unit berfungsi menghisap udara di ruang kamar mesin yang kemudian mendorong hasil gas *inert* ke sistem distribusi tangki kargo. Blower bertugas untuk memastikan tekanan dan aliran gas *inert* yang cukup memenuhi kebutuhan gas *inert* pada tangki dengan tekanan yang cukup.

4. *Deck Water Seal*

Deck water seal tank merupakan salah satu komponen pendukung keselamatan atau *safety* dari *Inert Gas Generator (IGG)*. Komponen ini berfungsi untuk mencegah terjadinya aliran balik atau *backflow* dari tangki muatan ke *Inert Gas Generator (IGG)* sehingga mencegah terjadinya kerusakan sistem bahkan meminimalisir terjadinya kebakaran yang disebabkan dari aliran balik gas yang banyak mengandung Hidrokarbon dan gas berbahaya lainnya.

5. *Oxygen Analyzer*

Oxygen analyzer berfungsi sebagai pendeteksi kualitas gas *inert* dan memastikan *oxygent content* sesuai dengan regulasi ($\leq 8\%$). Komponen ini adalah komponen yang paling kritis karena harus memastikan kandungan Oksigen cukup rendah sehingga menghindari resiko terjadinya kebakaran atau ledakan.

6. *P/V Breaker*

P/V Breaker adalah komponen *Inert Gas Generator (IGG)* yang berfungsi untuk melindungi tangki kargo dari *overpressure* (tekanan berlebih) atau *vacuum* (tekanan terlalu rendah). *P/V breaker* akan terbuka secara otomatis saat tekanan dalam tangki melebihi atau kurang dari ambang batas yang telah ditentukan.

7. *Mast Riser*

Mast raiser berfungsi sebagai saluran pelepas gas *inert* dari tangki atmosfer jika tekanan melebihi batas normal sehingga aliran *Inert Gas*

Generator (IGG) berjalan aman dan terkendali. Katup harus dibuka pada saat *Inert Gas Generator (IGG)* tidak beroperasi untuk mencegah kebocoran gas akibat tekanan yang semakin tinggi dalam tangki.

8. *Control System*

Control system memiliki fungsi terbesar dalam pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)* dan pengontrolan komponen agar bisa bekerja dengan normal dan baik. *Control system* dapat memberikan alarm atau tanda apabila terdapat komponen *Inert Gas Generator (IGG)* yang tidak normal dan berfungsi sebagai proses pengoperasian *Inert Gas Generator* dari *Control System*.

Fungsi dasar *Inert Gas Generator (IGG)* pada *Inert Gas System (IGS)* yaitu sebagai penghasil gas *inert*. *Inert Gas Generator (IGG)* memiliki peran yang penting pada *Inert Gas System (IGS)*. Yang mana *Inert Gas Generator (IGG)* tersusun atas *burner unit* dan *scrubber unit* yang didinginkan menggunakan air laut sebagai media pendingin. Setelah dibakar, gas buang yang dihasilkan memiliki kadar oksigen 2% - 4%. Gas tersebut kemudian dibawa ke tangki muatan kapal setelah melewati bagian *scrubber*, di mana gas *inert* tersebut akan melewati proses pendinginan dan dibersihkan menggunakan media air laut. Prinsip dasar *Inert Gas Generator (IGG)* di MT. Panderman yaitu sebagai penghasil gas *inert* yang dihasilkan dari proses pembakaran *Combustion Chamber Inert Gas Generator (IGG)* yang kemudian ditekan oleh blower ke dalam tangki muatan untuk menekan kadar Oksigen hingga kurang dari 8% dengan target operasional $\leq 5\%$.

C. Temuan

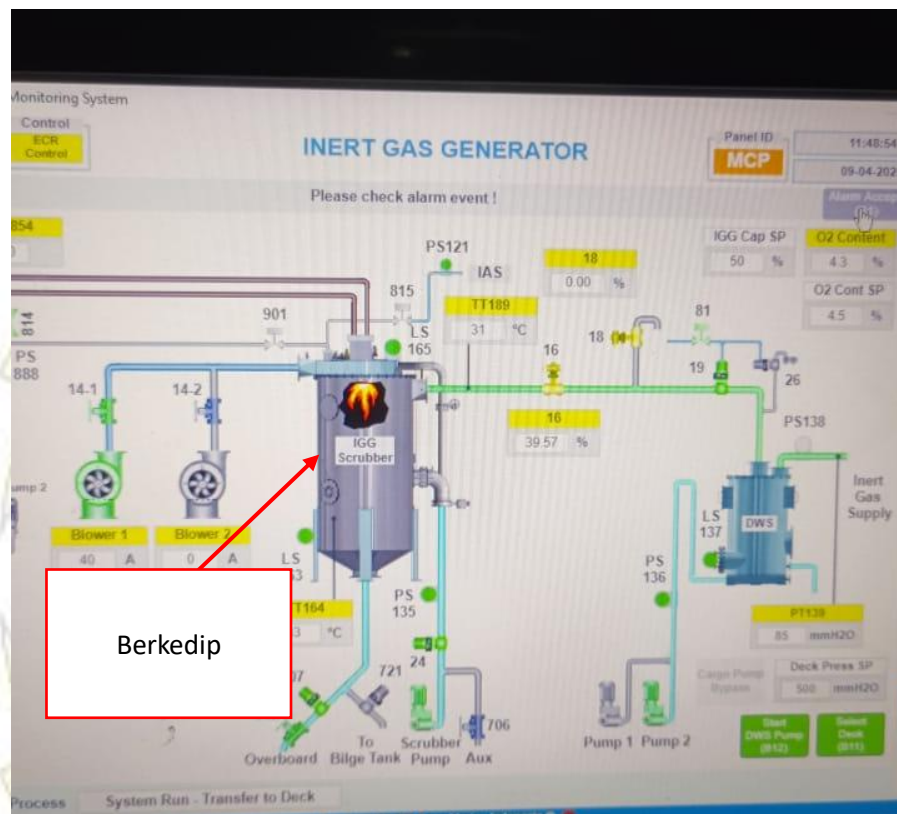
Temuan penelitian didasarkan pada informasi atau data yang ditemukan di atas kapal melalui proses penelitian yang kemudian dianalisis dan disimpulkan ke dalam laporan penelitian. Temuan penelitian dapat berupa observasi di lapangan yang mana kita menemukan suatu permasalahan yang baru akibat dari tidak berfungsi normal suatu komponen. Temuan penelitian ini bertujuan untuk membuat keputusan atau tindakan, mengembangkan pengetahuan baru, dan memperluas pemahaman tentang permesinan yang sedang diobservasi.

Pada saat peneliti melakukan *sea project* atau praktik laut di MT. Panderman, peneliti mendapati beberapa temuan terhadap objek penelitian. Temuan tersebut berupa indikator api pada *IGG Scrubber* di *control panel Inert Gas Generator (IGG)* berkedip dan alarm "*Inert Gas High O₂ Content*". Kondisi seperti ini sering ditemukan pada saat akan mengoperasikan *Inert Gas Generator (IGG)* sehingga hal tersebut memberikan informasi bahwa ada komponen yang harus di lakukan perawatan maupun perbaikan. Berikut adalah temuan yang ditemukan peneliti pada saat melakukan *sea project* di MT. Panderman:

1. Indikator Api pada *IGG Scrubber* di *Control Panel Inert Gas Generator (IGG)* Berkedip

Pada hari Rabu, 15 Mei 2024 pada saat kapal akan melakukan *discharge operation* di RU (*Refinery Unit*) II Dumai, *Second Engineer* dan *Chief Engineer* akan mengoperasikan *Inert Gas Generator (IGG)*. *Cadet*

bersama *Second Engineer* melakukan komunikasi dengan *Chief Engineer* yang berada di *Control Panel Iner Gas Generator (IGG)*. *Inert Gas Generator (IGG)* dioperasikan sesuai dengan SOP (*Standar Operating Procedure*) yang berlaku.



Gambar 4. 24. Indikator api pada *IGG Scrubber* di *Control Panel*

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

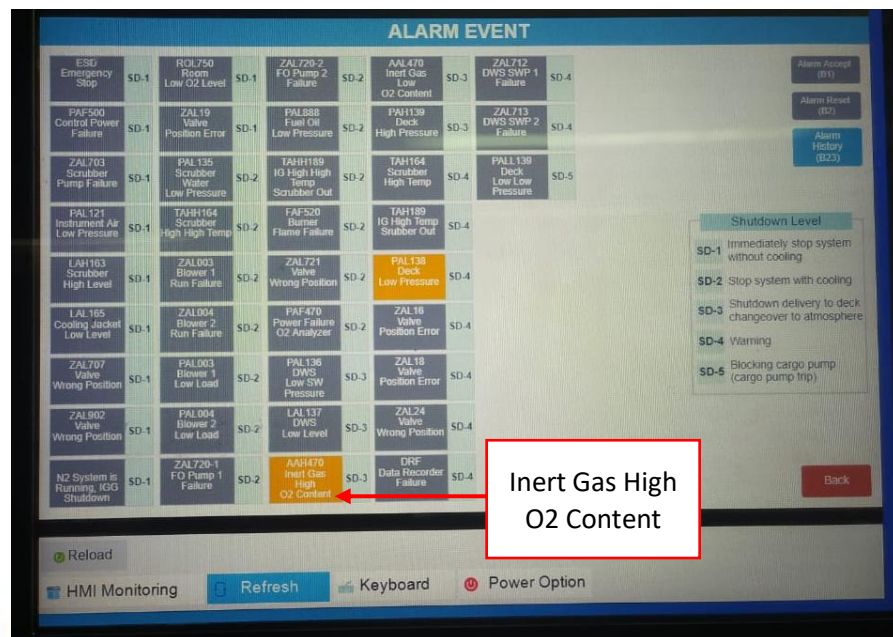
Namun setelah 30 menit beroperasi, *Chief Engineer* mendapati bahwa indikator api pada *IGG Scrubber* di *control panel system* berkedip, yang mana pada kondisi normal indikator api tersebut tidak berkedip. Kemudian *Second Engineer* memeriksa gelas duga *Inert Gas Generator (IGG)* hasilnya terdapat nyala api redup. *Second Engineer* melaporkan ke

Chief Engineer untuk menghentikan sementara *Inert Gas Generator (IGG)* karena akan di lakukan perawatan pada *ignition burner* dan *main burner*.

Berdasarkan *Instruction Manual Book Inert Gas Generator, Second Engineer* membongkar dan membersihkan *ignition* dan *main burner*. Ditemukan bahwa semprotan *burner* tidak maksimal sehingga perlu pembersihan. Setelah dilakukan perawatan dan pembersihan *ignition* dan *main burner*, komponen ini dipasang kembali dan persiapan untuk dioperasikan kembali. Hasilnya ada perubahan pada nyala api lebih stabil.

2. *Inert Gas High O₂ Content*

Kejadian terjadi pada saat kapal persiapan *discharge operation* di Teluk Semangka Lampung. Pada saat persiapan *discharge operation*, *Inert Gas Generator (IGG)* tidak dapat meneruskan gas *inert* ke tangki muatan dikarenakan indikator "*Inert Gas High O₂ Content*" nyala dan alarm. Setelah itu dilakukan pemeriksaan secara menyeluruh terhadap komponen-komponen *Inert Gas Generator (IGG)*. Ditemukan tekanan bahan bakar normal, temperatur bahan bakar normal, dan nyala api pada gelas duga stabil.



Gambar 4. 25. Alarm *Inert Gas High O₂ Content* pada *Control Panel*

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

Ditemukan bahwa *sensor Oxygen Content* pada *Oxygent Analyzer* tidak dapat mendeteksi *oxygen content* dengan baik dikarenakan kurang dilakukan kalibrasi *oxygen analyzer*. *Electriciant* kemudian melakukan pembersihan pipa-pipa pada *Oxygen Analyzer*, membersihkan air filter, dan melakukan kalibrasi pada *sensor oxygen content 1* dan *sensor oxygen content 2*. Setelah dilakukan kalibrasi, *Oxygen Analyzer* dapat mendeteksi *Oxygen Content* dengan baik dan stabil.

D. Pembahasan Hasil Penelitian

Pada pembahasan penelitian ini, peneliti mengolah faktor-faktor yang menyebabkan tidak optimalnya perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* dan solusi yang dapat dijadikan masukan pada saat terjadi permasalahan-permasalahan pada *Inert Gas Generator (IGG)*. Peneliti di sini akan

menggunakan 2 metode analisis data untuk menjawab rumusan masalah yang dikemukakan oleh penulis. Metode analisis data tersebut adalah *SWOT Analysis* dan *Fishbone Analysis*. Peneliti akan memberikan beberapa pandangan untuk menyelesaikan beberapa permasalahan pada *Inert Gas Generator (IGG)*.

1. Faktor Penyebab Perawatan *Inert Gas Generator* Tidak Optimal

Berdasarkan observasi pada saat melakukan penelitian di atas kapal, peneliti menemukan penyebab perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* tidak optimal adalah pembacaan *high content* pada *sensor oxygent content* dan beberapa komponen yang tidak berfungsi dengan baik. Berdasarkan analisis SWOT, peneliti memperoleh data faktor internal dan faktor eksternal. Faktor-faktor tersebut diantaranya:

Tabel 4. 9. Faktor Internal dan Eksternal Analisis SWOT

FAKTOR INTERNAL			
<i>Strengths (Kekuatan)</i>		<i>Weaknesses (Kelemahan)</i>	
1.	Kondisi <i>Ignition</i> dan <i>Main Burner</i> baik.	1.	Tidak sesuai jadwal <i>Plan Maintenance System (PMS)</i> .
2.	<i>Ignition Glow Plug</i> normal.	2.	Kurang familisasi <i>crew</i> mengenai <i>Inert Gas Generator (IGG)</i> .
3.	Kalibrasi <i>Oxygen Analyzer</i> .	3.	Kualitas bahan bakar yang kurang baik.
4.	Filter pompa bahan bakar yang bersih.	4.	Ketersediaan <i>sparepart</i> yang kurang memadai.
FAKTOR EKSTERNAL			
<i>Opportunities (Peluang)</i>		<i>Threats (Ancaman)</i>	
1.	Mendapatkan <i>Oxygent Content</i> di bawah 8% dengan target operasional di bawah 5%.	1.	Terjadinya ledakan atau kebakaran.
2.	<i>Inert Gas Generator (IGG)</i> dapat beroperasi selama proses bongkar.	2.	Performa <i>Inert Gas Generator (IGG)</i> menurun.
3.	Operasional kapal berjalan dengan lancar.	3.	Terganggunya operasional bongkar kapal.
4.	Waktu yang digunakan untuk melaksanakan PMS sebelum kapal operasional.	4.	Terjadi reaksi polimerisasi pada muatan <i>crude oil</i> .

1. Kondisi *Ignition* dan *Main Burner*

Pada *Inert Gas Generator (IGG)*, *burner* berpengaruh terhadap proses pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* yaitu guna menghasilkan gas *inert*. *Burner* pada *Inert Gas Generator (IGG)* terbagi menjadi dua yaitu *ignition burner* dan *main burner*. *Burner* bertugas sebagai media pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)*. Komponen ini menjadi komponen utama dalam pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)* karena komponen inilah yang bisa menghasilkan *oxygen content* di bawah 5 %.

Permasalahan yang sering terjadi adalah gagalnya pembakaran pada *Inert Gas Generator (IGG)* rata-rata disebabkan oleh kondisi *ignition* dan *main burner* yang kotor. Kondisi *ignition* dan *main burner* kotor mempengaruhi proses pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)*. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan kondisi *ignition* dan *main burner* kotor yaitu kualitas bahan bakar, filter pompa bahan bakar, dan waktu komponen tersebut beroperasi.

Apabila faktor-faktor penyebab *ignition* dan *main burner* tersebut dapat dikendalikan, kedua komponen tersebut dapat beroperasi secara maksimal dan dalam waktu yang lama, sehingga operasional kapal tidak terhambat.



Gambar 4. 26. Kondisi *Main Burner* Sebelum Dibersihkan

Dokumen : Sumber Pribadi (2024)



Gambar 4. 27. Kondisi *Ignition* dan *Main Burner* Sebelum Dibersihkan

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)



Gambar 4. 28. Kondisi *Main Burner* Setelah Dibersihkan

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)



Gambar 4. 29. Kondisi *Ignition burner* Setelah Dibersihkan

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

2. *Ignition Glow Plug* tidak normal

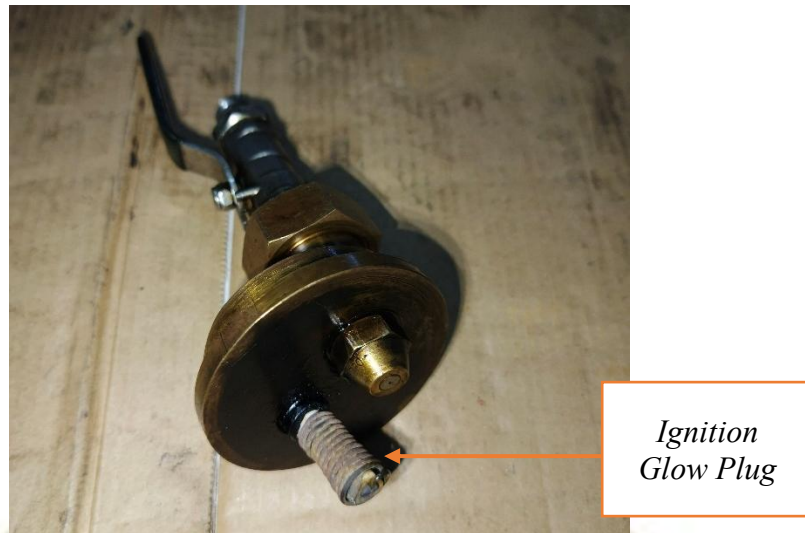
Komponen *ignition glow plug* sebagai komponen yang menjadi sumber panas *Inert Gas Generator (IGG)* yang berfungsi sebagai

pemanas elektronik kecil yang menghasilkan api di dalam ruang pembakaran mesin tersebut. Apabila *ignition glow plug* tidak normal mengakibatkan proses pembakaran tidak bisa dilakukan. Indikasi *ignition glow plug* tidak dapat beroperasi dengan baik melihat kondisi fisik kabel *ignition glow plug* yang tidak terlilit baik dengan *glow plug* serta pada saat ujung *ignition* disentuh tidak terasa panas.



Gambar 4. 30. Kondisi Kabel *Ignition Glow Plug*

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)



Gambar 4. 31. *Ignition Glow Plug* Setelah Dibersihkan

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

3. Kalibrasi *Oxygen Analyzer*

Oxygen analyzer merupakan komponen terpisah dari *Inert Gas Generator (IGG)* yang berfungsi untuk mendeteksi *oxygent content* yang dihasilkan dari pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)*. Hal yang sering terjadi di atas kapal adalah tidak melakukan kalibrasi *oxygent analyzer* secara berkala. Hal ini mempengaruhi proses pembacaan *sensor oxygen content* pada saat *Inert Gas Generator (IGG)* saat beroperasi. Hal ini tentu menjadi budaya yang tidak baik pada *Inert Gas Generator (IGG)* sehingga perlu dilakukan suatu kebijakan dimana pada saat akan mengoperasikan *Inert Gas Generator (IGG)* wajib dilakukan kalibrasi *Oxygent Analyzer* terlebih dahulu sehingga proses pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)* dapat berjalan dengan optimal.



Gambar 4. 34. *Oxygen Analyzer Calibration and Operation Procedure*

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

4. Tidak Sesuai Jadwal *Plan Maintenance System (PMS)*

Plan Maintenance System (PMS) di atas kapal menjadi acuan crew untuk melakukan perawatan permesinan di atas kapal. Ketidaksihesuaian jadwal PMS menjadi faktor penyebab *Inert Gas Generator (IGG)* tidak optimal pada saat *discharge operation*. Hal ini sering terjadi bahwa komponen tersebut dituntut untuk berfungsi

terlebih dahulu tanpa melakukan perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* sehingga operasional kapal sementara berjalan dengan baik.

KOMPONEN	PERAWATAN	INTERVAL
Valve Isolasi IGG	# Mengoperasikan valve # Bersihkan dengan udara bertekanan dari uap. # Bongkar untuk pemeriksaan dan pembersihan.	# Sebelum mengoperasikan IGG # Sebelum mengoperasikan valve
Scrubber	# Menyiramkan air # Membersihkan demister # Pembongkaran sakelar level dan probe suhu untuk pemeriksaan # Buka untuk pemeriksaan internal penuh nozel semprotan air laut, lepaskan untuk pembersihan	# Setelah digunakan # 3 Bulan # 6 Bulan # Dry Docking Min. setiap 3 Bulan
Pipa dan Valve Overboard dari Scrubber	# Menyiramkan air dari pompa scrubber selama 1 jam # Lepaskan valve untuk perbaikan, memeriksa jalur pipa dan jalur pembuangan	# Setelah digunakan # Periode perbaikan docking
Blowers	# Cek getaran # Pemeriksaan internal melalui palka # Membongkar untuk perbaikan penuh, pengencangan shaft bearing, dan lain-lain # Membersihkan impeller blower	# Ketika beroperasi # Setelah flush dan 6 bulan # 2 tahun atau lebih jika diperlukan # Pada saat blower selesai beroperasi
Deck Water Seal	# Pembongkaran katup pengatur level/pelampung untuk pemeriksaan # pembongkaran katup pengatur level/pelampung untuk pemeriksaan pembukaan untuk pemeriksaan internal perbaikan katup otomatis	# 6 Bulan # 1 tahun
Deck Mechanical non-return valve	# Valve pemindah dan pelumas # Perbaikan # Pemeriksaan internal	# 1 minggu sebelum start # 1 tahun # 1 tahun sampai 18 bulan
Tekanan / Kevacuman valve	# Mengoperasi dan pelumasan # Pemeriksaan internal	# 6 bulan # 1 tahun
Valve Isolasi Deck	# Perbaikan	# 1 tahun
Sistem Pengaturan Tekanan Gas	# Menghilangkan kadar air dalam instrument # Pembukaan valve tekanan gas untuk perbaikan # Kalibrasi	# Sebelum mengoperasikan # sesuai dengan kebutuhan # Setiap bulan
Pemutus vakum bertekanan yang diisi cairan	# Cek air level pada saat tekanan atmosfer	# Ketika tersedia dan 6 Bulan

Gambar 4. 35. *Plan Maintenance System Inert Gas Generator (IGG)*

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

5. Kurang Familisasi *Crew* Mengenai *Inert Gas Generator (IGG)*

Kurangnya familisasi terhadap *Inert Gas Generator (IGG)* menjadi faktor penting dalam hal ini. Setiap *crew on board* selalu dilakukan familisasi guna memberikan informasi mengenai keadaan diatas kapal agar tidak terjadi *accident*. Di atas kapal sering ditemukan form familisasi tidak dilaksanakan secara maksimal dikarenakan beberapa *crew* beranggapan bahwa hal tersebut bukan tanggung

jawabnya, sehingga timbul kesenjangan dalam memahami perawatan *Inert Gas Generator (IGG)*.

PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING		FAMILIARIZATION OF ENGINE ROOM		Page	1 of 1
Prepared: LPSQ		Approved: Director of Fleet Management		Revision: 1	Date: 17.04.24
Ship name		Date signed on			
On-signer name		Rank / position on board			
Part F Checklist for machinery spaces familiarisation Note: All Engineer's and Engine watch keeping must complete this section before being assigned duties but within two weeks of embarkation. An experienced engineer familiarises the on-signer or the chief engineer for the second engineer.					
Was the operation of the following equipment including their safety features and precautions during use studied, demonstrated and					
Item	Date completed	Item	Date completed		
Machinery space Alarms		Work shop equipment - lathe machine, drill machine, grinder etc. and available PPE			
Machinery spaces lighting		Main boiler(s)			
Machinery spaces ventilation and shut-off control		Auxiliary boiler(s)			
Internal communications		Purifiers and their correct set-up			
Main engine, type and controls including emergency manoeuvring		Oily-water separator including 15ppm bilge alarm and automatic stopping device and associated pipes and valves			
Ballast water treatment and pumping system		Incinerator operation, restrictions and safe procedures			
Fuel oil transfer, changeover systems and procedures		Operation and restrictions of sewage treatment plant			
Lube oil transfer pumping		Emergency shutdown outside machinery spaces			
Bilge pumping system		Operation of the refrigeration compressors			
Firefighting pumping – main and emergency		Inert gas generators / scrubber / deck seal			
Liquid cargo pumping system		Engine control room monitoring systems			
Operation of Generator sets		Steering gear			
Checking, starting the Emergency generator		Powered watertight doors			
Operation of Fixed firefighting system (e.g. CO ₂)		The officer must sight and read the company's bunkering procedures			
Emergency air compressor		Exhaust gas cleaning systems (scrubbers)			
The officer can demonstrate the procedure for starting from 'dead ship' as displayed in the engine control room					
The officer must be aware of the MARPOL regulations concerning discharge of oily water in open, coastal and special areas					
The officer shall be made aware of the location of operating and maintenance manuals and drawings					
The officer shall demonstrate the proper storage and use of measuring instruments					
Review and discussion of the chief engineer's standing orders					
The officer shall be aware of the unmanned machinery space procedures as applicable to the vessel					
The officer has been shown the procedure for portable hoses and their controlled use					
The officer demonstrates a thorough knowledge and application of Engine Resource Management (STCW Table A-III/1)					
Remarks:					

Gambar 4. 36. Form Familiarization Engine Department

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

6. Kualitas Bahan Bakar yang Kurang Baik

Kualitas bahan bakar menjadi bahan pertimbangan untuk mendapatkan performa *Inert Gas Generator (IGG)* yang baik. Kualitas bahan bakar yang baik tentu mempermudah proses pembakaran yang menghasilkan gas *inert*. Apabila kualitas bahan bakar yang kurang baik tentu mempengaruhi komponen-komponen *Inert Gas Generator (IGG)* yang menyebabkan performa *Inert Gas Generator (IGG)* menurun.

TEST REPORT NON MONITORING

Customer Information	Sample Information	Equipment Information
Customer: PT Pertamina International Shipping	Laboratory Location: Jakarta	Sample Type: Fuel
Address: MT Pundoman	Sample Form No.: 2215	Sample Name: MDO
Address: Majalengka	Sample Code: 24061329BISM01	Manufacturer: -
Contact No.: 0293791	Received Date: June 13, 2024	Serial: -
Reference No.: 0293791	Confirmation Date: June 13, 2024	Component: -
Cost Payment: PT Pertamina International Shipping	Registration Date: June 20, 2024	Application: -
	Reporting Date: July 8, 2024	Description: -
	Report No.: 11272RP.1610/TR2024-52	RH: Engine
		RH: Oil
		Topping Up
		Batch No.
		Notes

Analysis	Method	Unit	Result	Limit Min ⁴	Limit Max ⁴
Kinematic Viscosity	ASTM D445-20	mm ² /s	2.840	2.000	4.500
Acid Number	ASTM D664-19a2 Procedure B	mg KOH/g	0.17	-	0.60
Water Content	ASTM D6304-20 Procedure C (by Karl Fischer)	mg/kg	74	-	400
Flash Point P/Mcc	ASTM D565-20 Procedure A	°C	80	52	-
Pour Point	ASTM D97-17b (2022)	°C	0	-	18
Density	ASTM D153-22	kg/m ³	818.0	815.0	820.0
Appearance	TKI-C-042/PL2300/2021-59		Clear & Bright	-	Clear & Bright
Color ASTM	ASTM D1500-20 ASTM Color		2.0	-	3.0
Copper Strip Corrosion	ASTM D139-19	3 to 50 °C	1	-	1
Strong Acid Number	ASTM D664-19a2 Procedure A	mg KOH/g	0.00	-	0.00
Ash Content	ASTM D482-19	%wt	0.000	-	0.01

Analysis	Method	Unit	Result	Limit Min ⁴	Limit Max ⁴
Condensation Carbon Residue (CCR)	ASTM D189-06(2019) 10% Distillation Residue	%wt	0.008	-	0.10
Distillation Automated Method	ASTM D86-23	°C	341.0	-	370
Calculated Cetane Index	Recovery at 90% Vol ASTM D4727-21 Procedure A	°C	47.9	45.0	-
Sediment Content	ASTM D473-22	%wt	0.00	-	0.01
Sulfur Content	ASTM D4294-21	%wt	0.053	-	0.25

Gambar 4. 37. Hasil *Test Report* Bahan Bakar MDO

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

TEST REPORT NON MONITORING

Customer Information	Sample Information	Equipment Information
Customer: PT Pertamina International Shipping	Laboratory Location: Jakarta	Sample Type: Fuel
Address: MT Pundoman	Sample Form No.: 2215	Sample Name: B35 CH 48
Address: Majalengka	Sample Code: 24061329BISM01	Manufacturer: -
Contact No.: 0293791	Received Date: June 13, 2024	Serial: -
Reference No.: 0293791	Confirmation Date: June 13, 2024	Component: -
Cost Payment: PT Pertamina International Shipping	Registration Date: June 21, 2024	Application: -
	Reporting Date: -	Description: -
	Report No.: 11272RP.1610/TR2024-52	RH: Engine
		RH: Oil
		Topping Up
		Batch No.
		Notes

Analysis	Method	Unit	Result	Limit Min ⁴	Limit Max ⁴
Kinematic Viscosity	ASTM D7279-20	mm ² /s	4.000	2.000	5.000
Acid Number	ASTM D664-19a2 Procedure B	mg KOH/g	0.21	-	0.60
Water Content	ASTM D6304-20 Procedure C (by Karl Fischer)	mg/kg	216	-	425
Flash Point P/Mcc	ASTM D565-20 Procedure A	°C	77	52	-
Pour Point	ASTM D97-17b (2022)	°C	-3	-	18
Density	ASTM D4052-22	kg/m ³	863.0	815.0	880.0
Appearance	TKI-C-042/PL2300/2021-59		Clear	-	Clear
Color ASTM	ASTM D6045-20 ASTM Color		3.5	-	3.0
Copper Strip Corrosion	ASTM D139-19	3 to 50 °C	1a	-	1
Strong Acid Number	ASTM D664-19a2 Procedure A	mg KOH/g	0.00	-	0.00
Ash Content	ASTM D482-19	%wt	0.000	-	0.01

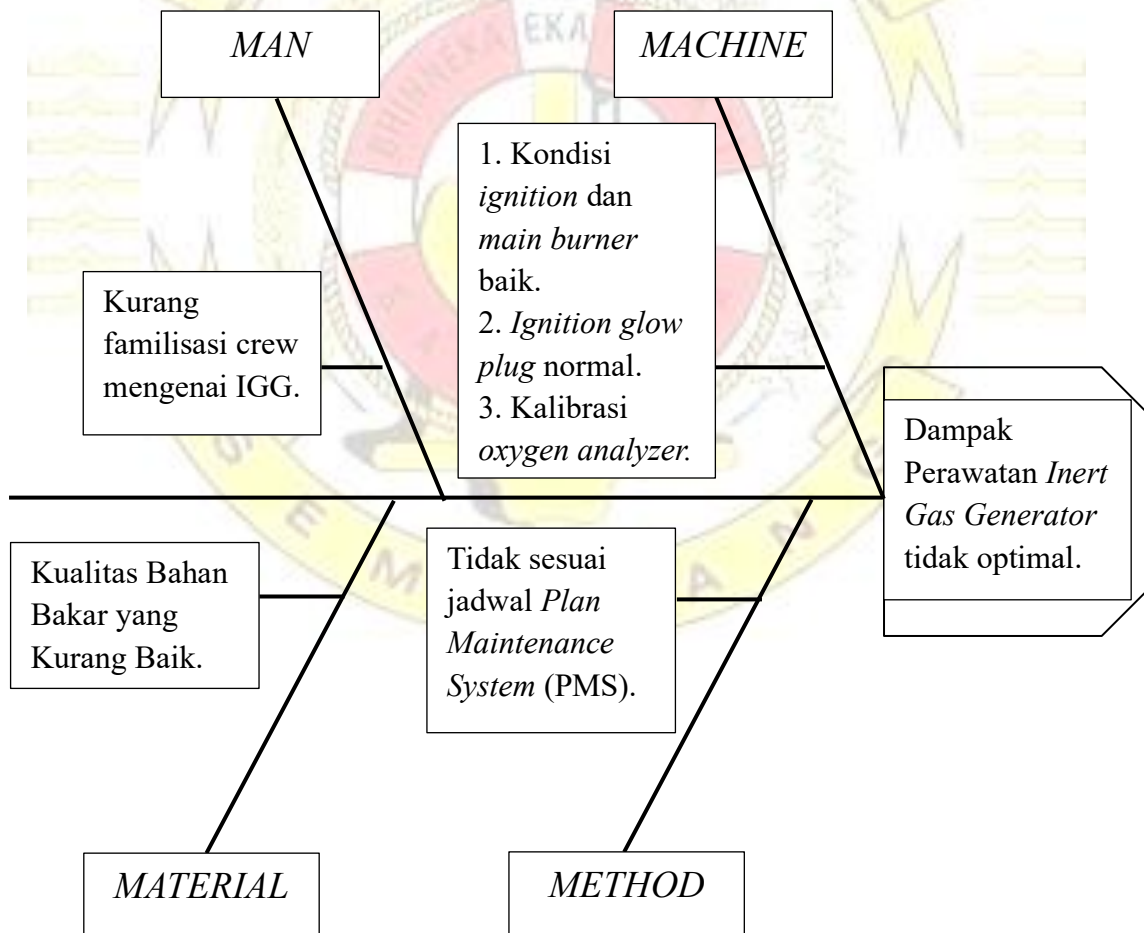
Analysis	Method	Unit	Result	Limit Min ⁴	Limit Max ⁴
Condensation Carbon Residue (CCR)	ASTM D189-06(2019) 10% Distillation Residue	%wt	0.01	-	0.10
Distillation Automated Method	ASTM D86-23	°C	341.0	-	370
Calculated Cetane Index	Recovery at 90% Vol ASTM D4727-21 Procedure A	°C	42.9	45.0	-
Sediment Content	ASTM D473-22	%wt	0.00	-	0.01
Sulfur Content	ASTM D4294-21	%wt	0.116	-	0.2 ⁴

Gambar 4. 38. Hasil *Test Report* Bahan Bakar B35

Sumber : Dokumen Pribadi (2024)

2. Dampak Akibat Perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* Tidak Optimal

Menjawab rumusan masalah kedua yaitu dampak akibat perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* tidak optimal, peneliti menggunakan *Fishbone Analysis* untuk menjabarkan dampak dari perawatan *Inert Gas Generator (IGG)*. Didalam *Fishbone analysis* terdapat empat (4) kategori utama akar penyebab yang harus dianalisis untuk dapat memecahkan suatu masalah. Adapun kategori tersebut yaitu : 4M yaitu *Man* (Manusia), *Machine* (Mesin), *Material* (Bahan), dan *Method* (Prosedur). Berikut kategori-kategori yang diuraikan melalui *Fishbone analysis*:



Gambar 4. 39. Diagram *Fishbone Analysis*

a. Faktor *Machine* (Mesin)

1) Proses Pembakaran Tidak Sempurna atau Gagal

Kondisi *ignition* dan *main burner* yang baik tentu akan memperlancar proses pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)*. Apabila ditemukan *ignition* dan *main burner* dalam kondisi yang kurang baik atau kotor tentu mempengaruhi proses pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* tidak sempurna atau gagal menyebabkan *Oxygen Content* yang dihasilkan tidak memenuhi standar regulasi atau *High Content*.

2) Terjadi *Flame Flashback*

Ignition glow plug merupakan komponen yang penting dalam proses awal pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)*. Apabila ditemukan komponen ini tidak normal, pembakaran *burner* akan gagal pada permesinan tersebut. Akibat gagalnya pembakaran menyebabkan pemborosan bahan bakar yang diakibatkan *start up Inert Gas Generator (IGG)* yang dilakukan. *Start up* tersebut mengakibatkan terjadi *Flame Flashback* (ledakan kecil) akibat penumpukan gas bahan bakar yang disebabkan gagalnya *start up* pada *Inert Gas Generator (IGG)*.

3) Tidak Akurat Pembacaan Sensor Oxygen Content

Oxygen Analyzer merupakan komponen yang berfungsi sebagai pembaca *Oxygen content* pada *Inert Gas Generator (IGG)* dari sensor *Oxygen content* tersebut. Komponen ini harus dilakukan kalibrasi

secara berkala agar proses pembacaan *Oxygen content* akurat dan stabil. Apabila ditemukan pembacaan *Oxygen content* tidak akurat dan tidak stabil akibat dari tidak dilakukan kalibrasi terhadap *Oxygen analyzer*. Hal tersebut yang menjadi penyebab utama proses *discharge operation* kapal terganggu. Tidak akuratnya dalam pembacaan *Oxygen content* menyebabkan kadar Oksigen di tangki melebihi batas aman yang kemudian meningkatkan resiko terjadinya ledakan atau kebakaran.

b. Faktor *Method* (Metode)

1) Komponen Melebihi *Running Hours* Perawatan

Jadwal *Plan Maintenance System (PMS)* menjadi tolak ukur suatu permesinan untuk dilakukan perawatan dan perbaikan. Ketidaksesuain jadwal *Plan Maintenance System (PMS)* menjadi faktor penting dalam perawatan permesinan diatas kapal. Ketidaksesuaian ini menyebabkan komponen-komponen harus bekerja lebih keras yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen *Inert Gas Generator (IGG)*. Kerusakan komponen ini menyebabkan biaya perawatan dan perbaikan meningkat apabila kerusakan komponen tersebut parah dan menyebar ke komponen lain. Kerusakan komponen tentu dapat menghambat proses operasional kapal dan *downtime* yang timbul akibat perawatan komponen. Ketidaksesuaian ini juga mempengaruhi umur komponen dan permesinan *Inert Gas Generator (IGG)*.

c. Faktor *Man* (Manusia)

1) Kurangnya Familiar Mengenai *Inert Gas Generator (IGG)*

Kurangnya familisasi terhadap permesinan *Inert Gas Generator (IGG)* menyebabkan dampak terhadap pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)*. Dampak ini menimbulkan beberapa *crew* kurang familiar terhadap apa fungsi dari permesinan tersebut dan cara mengoperasikannya serta *troubleshooting* mengenai permesinan tersebut sehingga terjadi penurunan performa *Inert Gas Generator (IGG)*.

d. Faktor *Material* (Bahan)

1) Ignition dan Main Burner Tersumbat

Bahan bakar menjadi perhatian khusus dalam pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)*. Kualitas bahan bakar yang baik tentu menghasilkan pembakaran yang sempurna dan meningkatkan performa *Inert Gas Generator (IGG)*. Kualitas bahan bakar yang kurang baik mempengaruhi proses pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* yaitu menghasilkan jelaga yang berlebih sehingga menyumbat *ignition* serta *main burner* sebagai media proses pembakaran. Gagalnya pembakaran dapat menyebabkan alarm *flame eye failure*.

3. Upaya untuk Mengatasi Perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* Tidak Optimal

Setelah peneliti memberikan penjelasan mengenai faktor internal dan faktor eksternal menggunakan analisis SWOT, peneliti akan memaparkan tabel hasil perhitungan SWOT, dimana tabel ini akan menentukan faktor-

faktor yang memiliki pengaruh tinggi dan pengaruh rendah. Berikut tabel

hasil perhitungan analisis SWOT:

Tabel 4. 10. Hasil Perhitungan Analisis SWOT

NO	PENILAIAN SWOT	ND	NU	NRK	BF	NB K	NBD	TNB	FKK
FAKTOR INTERNAL									
1.	Kondisi <i>Ignition</i> dan <i>Main Burner</i> baik	9	0,25	23,4	15,92%	3,72	1,43	5,16	5,16
2.	<i>Ignition Glow Plug</i> normal	5	0,14	18,3	12,45%	2,28	0,62	2,90	2,90
3.	Kalibrasi <i>Oxygen Analyzer</i>	4	0,11	18,4	12,52%	2,30	0,50	2,80	2,80
4.	Filter pompa bahan bakar yang bersih	2	0,06	13,2	8,98%	1,19	0,18	1,36	1,36
5.	Tidak sesuai jadwal <i>Plan Maintenance System (PMS)</i>	8	0,22	21,6	14,90%	3,22	1,19	4,41	4,41
6.	Kurang familisasi <i>crew</i> mengenai IGG	4	0,11	19,3	13,13%	2,53	0,53	3,06	3,06
7.	Kualitas bahan bakar yang kurang baik	2	0,06	16,5	11,22%	1,85	0,22	2,08	2,08
8.	Ketersediaan <i>sparepart</i> yang kurang memadai	2	0,06	14,3	9,73%	1,39	0,19	1,59	1,59
FAKTOR EKSTERNAL									
1.	Mendapatkan <i>Oxygent Content</i> dibawah 8% dengan target operasional dibawah 5%	9	0,24	24,6	16,31%	4,01	1,47	5,48	5,48
2.	<i>Inert Gas Generator (IGG)</i> dapat beroperasi dalam waktu lama	4	0,11	20,1	13,33%	2,68	0,53	3,21	3,21

3.	Operasional kapal berjalan dengan lancar	4	0,11	16,4	10,88%	1,78	0,44	2,22	2,22
4.	Waktu yang digunakan untuk melaksanakan PMS sebelum kapal operasional	2	0,05	15,5	10,28%	1,59	0,21	1,80	1,80
5.	Terjadinya ledakan atau kebakaran	9	0,24	23,3	15,76%	3,67	1,42	5,09	5,09
6.	Performa <i>Inert Gas Generator</i> (IGG) menurun	5	0,14	22,6	14,99%	3,39	0,75	4,14	4,14
7.	Terganggunya operasional bongkar kapal	3	0,08	15,1	10,01%	1,51	0,30	1,81	1,81
8.	Terjadi reaksi polimerisasi pada muatan <i>crude oil</i>	1	0,03	10,2	6,76%	0,69	0,07	0,76	0,76

Keterangan :

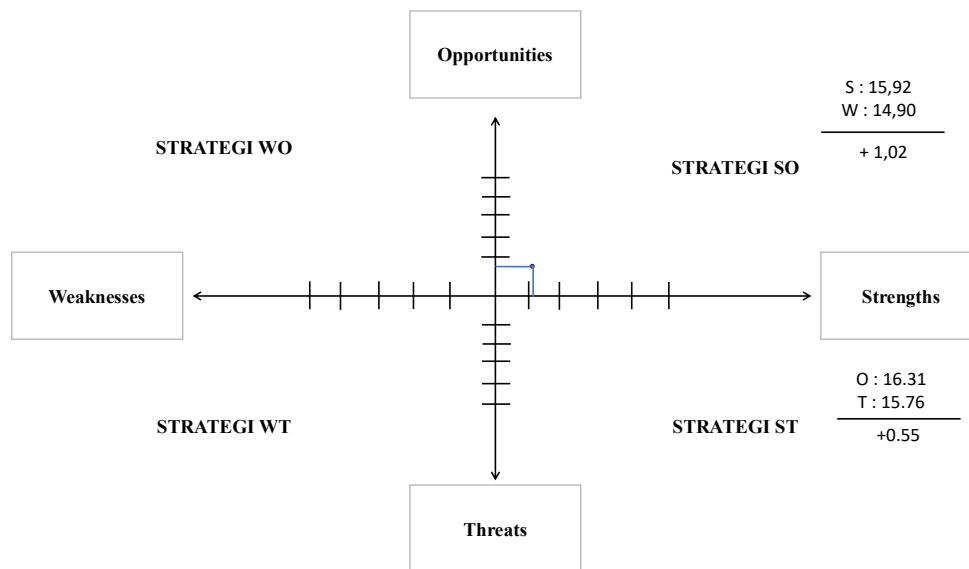
- a. NU : Nilai Urgensi
- b. BF : Bobot Faktor
- c. ND : Nilai Fukungan
- d. NRK : Nilai Rata-Rata Keterkaitan
- e. NBK : Nilai Bobot Keterkaitan
- f. NBD : Nilai Bobot Dukungan
- g. TNB : Total Nilai Bobot
- h. FKK : Faktor Kunci Keberhasilan

Tabel 4. 11. Kesimpulan Perhitungan Analisis SWOT

NO	ANALISIS SWOT		SKOR
1.	<i>Strengths</i>	Kondisi <i>Ignition</i> dan <i>Main Burner</i> baik	15,92%
2.	<i>Weaknesses</i>	Tidak sesuai jadwal <i>Plan Maintenance System (PMS)</i>	14,90%
3.	<i>Opportunities</i>	Mendapatkan <i>Oxygent Content</i> dibawah 8% dengan target operasional dibawah 5%	16,31%
4.	<i>Threats</i>	Terjadinya ledakan atau kebakaran	15,76%

Kesimpulan dari hasil perhitungan SWOT diatas didapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi perawatan *Inert Gas Generator (IGG)*. Faktor tersebut diantaranya ialah kondisi *ignition* dan *main burner* yang baik (15,92%), tidak sesuai jadwal *Plan Maintenance System (PMS)* (14,90,%), mendapatkan *oxygent content* dibawah 8% dengan target operasional dibawah 5% (16,31%), dan terjadinya ledakan atau kebakaran (15,76%).

Setelah melakukan analisis SWOT dan menganalisis hasil perhitungan SWOT, maka langkah selanjutnya adalah menentukan grafik analisis SWOT. grafik ini digunakan untuk menggambarkan ordinat kuadran SWOT sehingga mengetahui strategi optimalisasi perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* berdasarkan hasil analisis faktor internal dan eksternal. Grafik ini untuk mengetahui aspek yang perlu dipertahankan dan diminimalisir dari upaya optimalisasi perawatan *Inert Gas Generator (IGG)*. Grafik SWOT tersebut yaitu:



Gambar 4. 40. Grafik Analisis SWOT

Sumber : Dokumen Pribadi (2025)

Setelah membuat grafik analisis SWOT, selanjutnya menentukan matriks strategi SWOT dari hasil kuadran grafik analisis SWOT tersebut. Hasil dari analisis grafik SWOT didapat pada kuadran I yang berarti situasi yang sangat menguntungkan. Perusahaan tersebut memiliki peluang kekuatan sehingga dapat memanfaatkan peluang yang ada. Strategi yang harus diterapkan dalam kondisi ini adalah mendukung kebijakan pertumbuhan yang agresif (*growth oriented strategy*). Kuadran inilah yang akan menentukan strategi atau upaya yang harus dilakukan untuk mengoptimalkan perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* untuk kelancaran *discharge operation crude oil* tanker pada MT. Panderman. Berikut adalah matriks strategi SWOT dari kuadran I:

Tabel 4. 12. Matriks Strategi Analisis SWOT

Faktor Eksternal	Faktor Internal 1. Kondisi <i>Ignition</i> dan <i>Main Burner</i> baik. 2. <i>Ignition Glow Plug</i> normal. 3. Kalibrasi <i>Oxygen Analyzer</i> . 4. Filter pompa bahan bakar yang bersih.
1. Mendapatkan <i>Oxygent Content</i> dibawah 8% dengan target operasional dibawah 5%. 2. <i>Inert Gas Generator (IGG)</i> dapat beroperasi dalam waktu lama. 3. Operasional kapal berjalan dengan lancar. 4. Waktu yang digunakan untuk melaksanakan PMS sebelum kapal operasional.	1. Kondisi <i>ignition</i> dan <i>main burner</i> yang baik menghasilkan proses pembakaran <i>Inert Gas Generator (IGG)</i> yang optimal sehingga menghasilkan <i>Oxygent Content</i> dibawah 8% dengan target operasional dibawah 5%. 2. Komponen <i>ignition glow plug</i> yang normal akan mendapatkan proses pemantik awal pembakaran yang baik sehingga mengoptimalkan IGG serta membuat komponen bertahan lebih lama. 3. Kalibrasi <i>oxygen analyzer</i> secara berkala mempengaruhi operasional kapal dikarenakan mempengaruhi pembacaan kadar <i>oxygen content</i> yang dihasilkan <i>Inert Gas Generator (IGG)</i> sehingga mempengaruhi operasional kapal dalam proses <i>discharge operation</i> . 4. Filter pompa bahan bakar yang bersih mempengaruhi waktu yang digunakan untuk melaksanakan PMS sebelum kapal operasional.

1. Perawatan pada *ignition* dan *main burner* menghasilkan proses pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* yang optimal sehingga menghasilkan *Oxygent Content* dibawah 8% dengan target operasional dibawah 5%.

Pembersihan *ignition* dan *main burner* menjadi *maintenance* rutin untuk perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* dengan memperhatikan karakteristik

bahan bakar, filter pompa bahan bakar tentu menjadi perhatian untuk mengoptimalkan performa pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)*. Pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* yang optimal tentu dapat mempengaruhi hasil *oxygen content* yang dihasilkan yaitu dibawah 8% dengan target operasional dibawah 5%.

2. Melakukan pengetesan secara berkala pada *ignition glow plug* bertujuan untuk mendapatkan proses pemantik awal pembakaran yang baik sehingga mengoptimalkan *Inert Gas Generator (IGG)* serta membuat komponen bertahan lebih lama.

Ignition glow plug menjadi komponen penting dalam proses pemantik awal pembakaran. Apabila *ignition glow plug* tidak normal, proses pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* tidak akan terjadi. Komponen ini sangat mempengaruhi proses pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)* untuk kelancaran *discharge operation*.

3. Kalibrasi *oxygen analyzer* secara berkala mempengaruhi operasional kapal dikarenakan mempengaruhi pembacaan kadar *oxygen content* yang dihasilkan *Inert Gas Generator (IGG)* sehingga mempengaruhi operasional kapal dalam proses *discharge operation*.

Oxygen Analyzer adalah komponen yang membaca hasil pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* dengan *sensor oxygen content*. Komponen ini perlu dilakukan kalibrasi sebelum pengoperasian *Inert Gas Generator (IGG)* beroperasi dan kelancaran operasional kapal dalam proses *discharge operation*.

4. Membuat jadwal *Plan Maintenance System* komponen sesuai kondisi running hours *Inert Gas Generator (IGG)* dengan dilakukan inspeksi terhadap parameter-parameter komponen.

Jadwal *Plan Maintenance System* adalah acuan crew mesin untuk melakukan perawatan dan perbaikan pada *Inert Gas Generator (IGG)*. Dengan mempetakan jadwal PMS tiap komponen dapat menghindari gangguan pada saat operasional kapal sehingga *Inert Gas Generator (IGG)* dapat beroperasi dengan baik.

5. Meningkatkan Familisasi *crew* sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan

Sistem familisasi di kapal sering tidak dilaksanakan dengan baik sehingga menyebabkan kesenjangan kepedulian terhadap permesinan di kapal. Dengan meningkatkan SOP pada saat melakukan familisasi menjadi salah satu kunci untuk menghindari kurangnya pengetahuan mengenai permesina tersebut.

6. Melakukan pembersihan bahan bakar melalui DO Purifier sehingga bahan bakar tetap terjaga kualitasnya.

Purifier adalah salah satu permesinan yang dapat menjaga kualitas bahan bakar dengan memisahkan bahan bakar dengan air sebelum masuk sistem *Inert Gas Generator (IGG)*. Dengan kinerja DO Purifier yang baik dan pembersihan fiter bahan bakar *Inert Gas Generator (IGG)* dapat menjaga kualitas bahan bakar tersebut tetap bersih dan baik.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan temuan dan hasil pembahasan penelitian, peneliti menyimpulkan bahwa terdapat faktor-faktor, dampak, dan upaya-upaya yang bisa dilakukan dengan tepat untuk mengoptimalkan perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* untuk kelancaran *discharge operation crude oil* tanker MT. Panderman. Simpulan dari hasil penelitian sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang menyebabkan perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* tidak optimal pada saat *discharge operation* adalah kondisi *ignition* dan *main burner*, *ignition glow plug*, kalibrasi *oxygen analyzer*, tidak sesuai jadwal *Plan Maintenance System*, kurang familisasi *crew* mengenai IGG, kualitas bahan bakar.
2. Dampak yang ditimbulkan akibat perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* tidak optimal pada saat *discharge operation* adalah proses pembakaran tidak sempurna atau gagal, terjadi *Flame Flashback*, tidak akurat pembacaan sensor *oxygen content*, komponen melebihi *running hours* perawatan, kurangnya familiar terhadap permesinan *Inert Gas Generator (IGG)*, *ignition* dan *main burner* tersumbat.
3. Upaya yang bisa dilakukan untuk mengoptimalkan perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* pada saat *discharge operation* ialah perawatan pada *ignition* dan *main burner*, melakukan pengetesan secara berkala pada *ignition glow plug*, kalibrasi *oxygen analyzer* secara berkala, membuat jadwal *Plan*

Maintenance System komponen sesuai kondisi *running hours Inert Gas Generator (IGG)*, meningkatkan Familiarisasi *crew* sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan, melakukan pembersihan bahan bakar melalui DO Purifier sehingga bahan bakar tetap terjaga kualitasnya.

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan pengalaman yang dialami peneliti di kapal, terdapat beberapa aspek yang menghambat dan menjadi keterbatasan penelitian, yaitu:

1. Pada proses pengumpulan data terkendala pada dokumen dan foto pada kamera kapal sehingga menjadi keterbatasan dalam pengumpulan data.
2. Keterbatasan pengumpulan data dikarenakan banyaknya perawatan dan perbaikan di kapal yang harus diselesaikan untuk menunjang operasional kapal.

C. Saran

Berdasarkan beberapa temuan dan hasil observasi di MT. Panderman, peneliti memberikan saran atas perawatan *Inert Gas Generator (IGG)* yang kurang optimal untuk kelancaran *discharge operation*. Oleh karena itu diharapkan dapat menjadi kontribusi dalam pemecahan masalah *Inert Gas Generator (IGG)* di kapal.

1. Melakukan inspeksi dan perawatan pada komponen-komponen *Inert Gas Generator (IGG)* seperti *ignition* dan *main burner* yang sesuai arahan dari *Plan Maintenance System Inert Gas Generator (IGG)* sehingga dapat mengoptimalkan performa *Inert Gas Generator (IGG)*.

2. Melakukan kalibrasi *Oxygen Analyzer* secara berkala untuk memaksimalkan pembacaan sensor *Oxygen Content* sehingga tidak mengganggu performa *Inert Gas Generator (IGG)* dan tidak menghambat operasional kapal.
3. Meningkatkan *Standar Operational Procedure (SOP)* pada saat akan mengoperasikan *Inert Gas Generator (IGG)* sehingga proses pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)* dapat optimal dan menghasilkan *oxygen content* sesuai dengan regulasi internasional.



DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, V. B. (2020). Optimalisasi Pengoperasian *Inert Gas System* pada Proses Bongkar di Kapal MT. Sambu.
<https://repository.pip-semarang.ac.id/>
- Arsad, A. M. (2022). Mengidentifikasi Perawatan Ketel Uap Bantu Guna Menunjang Kelancaran Pengoperasian Di Kapal MT. *Success Pegasus Xxxvi*. 4(1), 1–23.
- Gimnastiyar, N. (2022). Optimalisasi Perawatan Grab Kapal untuk Meningkatkan Kelancaran Kegiatan Bongkar Muat di MV. Santa Ines.
<http://repository.stipjakarta.ac.id/>.
- Guntoro, H. (2020). Optimalisasi Perawatan Sistem Gas Lembam guna Mencegah Terjadinya Kebakaran dalam Penanganan Muatan. *E-journal Marine Inside*, 1(1), 12-30.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online. (2025). "Definisi Optimalisasi."
 Diakses pada 12 Januari 2025, dari
<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/optimalisasi>.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online. (2025). "Definisi Perawatan."
 Diakses pada 12 Januari 2025, dari
<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/perawatan>.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online. (2025). "Definisi Kelancaran."
 Diakses pada 12 Januari 2025, dari
<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/kelancaran>.
- Manual, G. I. (2022). *General Instructions Manual FM-186 / MT Panderman*. October.
- MSC.Circ.353 - Revised Guidelines For Inert Gas System*. (n.d.).
- Nadirah, S. P., Pramana, A. D. R., & Zari, N. (2022). *Metodologi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Mix Method (Mengelola Penelitian dengan Mendeley dan Nvivo)*. Pasaman Barat: Azka Pustaka.
- Oliver, C. I. (2018). *Lluís-Maria Callís I Oliver SOLAS CONVENTION Safety on Board Degree Programme in Nautical Engineering 2018*.

- Prasetyo, D. (2020). *Sistem Perawatan Dan Perbaikan Permesinan Kapal*. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
- Rangkuti, F. (2021). Analisis SWOT sebagai Dasar Perumusan Strategi Pemasaran Berdaya Saing (Studi Kasus pada Dasom Beauty & Me Nail Surabaya). *Benchmark*, 1(2), 58–65.
- Safuan, S., & Alkadri, T. (2022). Implementasi Pengendalian Internal dalam Meminimalisir Kasus Fraud Pada Pengiriman Muatan Kapal Tanker (Studi Kasus Pada PT XYZ). *Owner*, 6(2), 1675–1687.
- Santoso, W. (2024). Kebakaran Sesuai International Safety Management (ISM) Code dari Tempat Tolak (Pelabuhan Keberangkatan) Menuju Tempat Tiba (Pelabuhan Kedatangan) Disebut Sebagai Pelaksanaan International Safety Management (ISM) Code. *oleh International Maritime*. 25(September), 29–39
- Sobry, M., & Prosmala H. M. P. (2020). *Penelitian Kualitatif Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Vidmar, P., & Perkovič, M. (2023). Update on Risk Criteria for Crude Oil Tanker Fleet. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(4).
- Warokka, V. S. (2020). *Dry bulk handling system*.
- Widiatmaka, P. (2017). *Manajemen Perawatan Dan Perbaikan Kapal*. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Widyanto, H. (2023). Aktivitas Port Clearance Pengurusan Dokumen PT. Pelayaran Sumatra Timur Indonesia. *Jurnal Maritim Polimarin*. Vol 9. No. 1.
- Witherby & Co. Ltd. (1996). *International Safety Guide for Oil Tankers & Terminals*. 1–422.
- Yuksel, O. (2024). Modelling of a cargo oil pump turbine system to find the optimum pump operation capacities through the design of experiments approaches. *Ships and Offshore Structures*, 20(3), 384–396.

LAMPIRAN-LAMPIRAN
LAMPIRAN 1 INTERVIEW THIRD ENGINEER

Hasil wawancara peneliti dengan *Third Engineer* (3/E) di MT. Panderman yang dilaksanakan pada saat peneliti melakukan praktik laut:

- Teknik : Wawancara
- Engine Cadet* : Fatchur Rahman Khoiruddin
- Third Engineer* : Muhammad Juni Arda
- E/Cadet : Selamat sore bass
- 3/E : Selamat sore det, mau ngapain det?
- E/Cadet : Izin tanya bass, sore ini bass arda luang gak?
- 3/E : Gak ada kerjaan ini, mau ngapain det?
- E/Cadet : Izin bass, mau tanya seputar *Inert Gas Generator* di Panderman bass, menurut bass *pilot burner* sama *main burner IGG* sama atau tidak dengan *boiler* bass? Karena bass arda yang tanggung jawab dengan *boiler*.
- 3/E : *Pilot* dan *main burner IGG* sama *Boiler* beda ya det. Cuma untuk prinsip kerja dari komponen tersebut sama yaitu menciptakan pembakaran. Untuk perawatan sama perbaikan sama antara *boiler* sama *IGG*.
- E/Cadet : Berarti untuk *pilot* dan *main burner* sangat menentukan proses pembakaran diantara 2 permesinan tersebut ya bass?
- 3/E : Benar sekali. Kondisi *pilot* dan *main burner* memengaruhi performa dari proses pembakaran permesinan tersebut det.
- E/Cadet : Izin bass, untuk hal-hal yang mempengaruhi kondisi *pilot* dan *main burner* tersebut apa bass?
- 3/E : Yang paling mempengaruhi itu kualitas bahan bakar sama filter pompa bahan bakar nya det. Kalau dua itu kurang bagus, nanti *pilot* sama *main burner* sering tersumbat dett. Jadi sering gagal pembakaran. Contohnya bahan bakar *boiler* pakai LSFO sedangkan *IGG* pakai MDO atau B35. 2 bahan

LAMPIRAN 2 INTERVIEW SECOND ENGINEER

Hasil wawancara peneliti dengan *Second Engineer (2/E)* di MT. Panderman yang dilaksanakan pada saat peneliti melakukan praktik laut:



- Teknik : Wawancara
- Engine Cadet* : Fatchur Rahman Khoiruddin
- Second Engineer* : Muhammad Taufik Hidayat
- E/Cadet : Selamat sore bass
- 2/E : Selamat sore det, gimana det?
- E/Cadet : Izin bass, mau tanya nih bass sama mengenai komponen-komponen *Inert Gas Generator (IGG)*.
- 2/E : Mau tanya apa det?
- E/Cadet : Izin bass, saya mau nanya mengenai *Oxygen Analyzer* bass, itu fungsinya apa bass?
- 2/E : *Oxygen Analyzer* di *IGG* berfungsi untuk pembaca dan pendeteksi *oxygen content* yang dihasilkan dari hasil pembakaran *Inert Gas Generator (IGG)*. Di Panderman, kita punya 2 sensor *oxygen sensor*. *Oxygen content* yang dihasilkan *IGG* harus sesuai dengan aturan internasional yaitu dibawah 8%. Namun *manual book* menyarankan *oxygen content* diantara 1-5% sebagai target operasional yang baik.
- E/Cadet : Izin bass, berarti *oxygen analyzer* ini yang menentukan *oxygen content* yang bisa masuk ke dalam tangki muatan?
- 2/E : Bener det, *Oxygen analyzer* ini harus bisa membaca *oxygen content* hasil pembakaran *IGG* dengan baik. Oleh karena itu sebelum dioperasikan *IGG*, *Oxygen Analyzer* harus dilakukan kalibrasi sesuai dengan SOP *Oxygen Analyzer*. Dari *oxygen analyzer* tersebut baru bisa diteruskan ke tangki sehingga tidak terjadi ledakan atau kebakaran pada saat bongkar muatan.

LAMPIRAN 3 *INTERVIEW CHIEF ENGINEER*

Hasil wawancara peneliti dengan *Chief Engineer (C/E)* di MT. Panderman yang dilaksanakan pada saat peneliti melakukan praktik laut:

- Teknik : Wawancara
- Engine Cadet* : Fatchur Rahman Khoiruddin
- Chief Engineer* : Wawan Darmanto
- E/Cadet : Selamat sore chief
- C/E : Sore det, mau ngapain det?
- E/Cadet : Izin chief, mau tanya-tanya tentang *Inert Gas Generator* chief.
- C/E : Sekarang kamu aku tanya, apa itu *IGG*?
- E/Cadet : Izin Chief, *IGG* adalah permesinan bantu dikapal yang menghasilkan gas lemban yang berfungsi untuk memutus rantai segitiga api di tangki muatan chief.
- C/E : Bagus, terus kamu udah belajar sama bass taufik?
- E/Cadet : Siap chief sudah, kemarin saya belajar sama bass arda dan bass taufik tentang komponen-komponen *IGG* sekaligus perawatannya.
- C/E : Perawatan mengacu pada apa?
- E/Cadet : Siap Chief perawatan berdasarkan kondisi komponen tersebut.
- C/E : Ya salah kamu ini. Perawatan itu berdasarkan atas acuan *Instruction Manual Book Inert Gas Generator*. Semuanya sudah diatur dalam *Manual book* tersebut. Rata-rata yang saya temui di kapal, *PMS IGG* tidak dilaksanakan sebaik mungkin karena setiap Masinis hanya melakukan perawatan yang terdapat kerusakan. Tidak melakukan inspeksi secara mendetail tiap komponen dan tidak melakukan pengetesan *safety device IGG*.
- E/Cadet : Izin chief, kenapa hal tersebut sering terjadi chief?

LAMPIRAN 4 SHIP PARTICULARS MT. PANDERMAN

PANDERMAN - P.1031			
CALL SIGN	Y B V E 2	SHIP PARTICULARS	
IMO NUMBER	9 7 9 3 4 5 4		
MMSI NO.	5 2 5 1 0 8 0 0 4		
VESSEL TYPE	OIL TANKER		
HULL	STEEL, DOUBLE HULL, MACHINERY AFT, 60 Watertight Compartments		
OWNER	PT PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING		
BUILDER	PT DAYA RADAR UTAMA , Unit - V Lamongan - Jawa Timur, INDONESIA		
KEEL LAID	OCTOBER 2014		
FLAG	INDONESIA (JAKARTA)		
CLASS	BKI, Bureau Veritas (BV)		
CLASS NOTATION	I +Hull +Mach Oil Tanker (ESP, FP ≤ 60 °C, Double Hull), UnRestricted Navigation, CPS (WBT), MON-SHAFT, GREEN PASSPORT, BWT, CLEAN SHIP, INWATER SURVEY, VCS.		
SPEED	SERVICE SPEED	13.00 knots (Planned)	
DIMENSION	LENGTH OVER ALL (LOA)	157.50 m	
	LBP	149.50 m	
	BREADTH MOULDED	27.70 m	
	DEPTH MOULDED	12.00 m	
	MAX DRAUGHT	7.00 m	
	FREEBOARD	5.00 m	
	AIR DRAUGHT	39.00 m (Total Height Over Keel)	
TONNAGE	DEADWEIGHT TONNAGE	17760 t	
	GROSS TONNAGE	14749 t	
	NETT TONNAGE	7843 t	
WEIGHT	LIGHT SHIP	6692.70 t	
	CONSTANT	34.52 t	
	DISPLACEMENT	24452.48 t	
CAPACITIES	CARGO TANK CAPACITY	25744.796 m ³ (INCLUDING SLOP TANK), 98 % CAPACITY	
PUMPS	CARGO OIL PUMP	3 x 650 m ³ /hr, MCPK 250-200-500 CC HORIZONTAL CENTRIFUGAL	
	STRIPPING OIL PUMP	1 x 100 m ³ /hr, HC – 147 DOUBLE SCREW PUMP	
	WATER BALLAST PUMP	2 x 300 m ³ /hr, IN – 125/ 250 B	
	TANK CLEANING PUMP	1 x 125 m ³ /hr, NL – 65/ 250 B	
MAIN ENGINE (1 Unit)	MAKER	STX ENGINE CO.LTD., 1 MAN STX-MAN 6S35MC-MK7	
	TYPE	TWO (2) STROKE, LOW SPEED SINGLE-ACTING, CROSSHEAD, DIRECT- REVERSIBLE, TURBO CHARGE MARINE DISESEL ENGINE	
	ENGINE POWER (Total) CYLINDER	6037.00 HP, MCR 4440 kW (173 RPM) 4T, 6 CYLINDER / HFO-MDO	
AUXILIARY ENGINE (3 Unit)	MAKER	YANMAR CO.LTD., Model 6EY22ALW, 3 x 1155 HP	
	TYPE	HORIZONTAL SYNCHRONOUS And REVOLDING FIELD TYPE, Single Liquid Fuel	
	RATE OUTPUT	1062 kVA (850 kW), 450 V, 60 Hz	
PROPELLER	TYPE	1 SOLID SCREW PROPELLER LB (Oil-Closed) 4 BLADES	
	DIAMETER X MEAN PITCH	4300 mm x 2809.3 mm	
CREW	COMPLIMENT	26 PERSONS	

Made By, Chief Officer

LAMPIRAN 5 CREW LIST MT. PANDERMAN

CREW LIST



12	Name of Ship's		PANDERMAN			979345			13. Call Sign			9992		
1	Port of Arrival / Departure		DUMAI			4. Date of Arrival			30 Jun 24			5. Date of Departure		
4	Flag State of Ship		INDONESIA			6. Name of COB			DUMAI			7. Name of COB		
7. No.	8. Family Name, Given Name	9. Cu	10. Rank or Rating	11. Number	12. Nationality	13. Date & Place of Birth	14. Person & No. Of Monthly Document (Person's Passport)	15. Expiry Date (Seaman's Book)	16. Issue Date (Seaman's Book)	17. Expiry Date (Seaman's Book)	18. Crew Agreement Number	19. Date of Sign On	20. Seaman's Code	21. Certificate Number
1	Harry Subhan	ANT-1	Master	98896210	Indonesia	Shogajima, 29 Feb 1976	E 8789175	14-Oct-24	F 229561	15-Mar-24	No. AL 52417069-SYR-TPK-2023	02-Apr-24	429614990	429614990-0222
2	Dudley Thomas	ANT-1	Chief Officer	12194531	Indonesia	Semarang, 21 Jan 1987	C 7542811	01-Jun-24	F 250539	15-Jun-24	No. AL 52410249-SYR-TPK-2023	05-Jun-24	429617197	429617197-0316
3	Yohanes Hendriyanto	ANT-2	2nd Officer	12194762	Indonesia	Bengkong, 23 Feb 1983	E 0848827	18-Oct-24	F 496112	18-Jun-24	No. AL 52417131-SYR-TPK-2023	14-Jun-24	429619191	429619191-0218
4	Ngungu Wilson	ANT-2B	3rd Officer	12194610	Indonesia	Kasempayan, 28 April 1980	C 4079061	18-Dec-24	F 333812	25-Jun-23	No. AL 52410544-SYR-TPK-2023	05-May-24	429619249	429619249-0115
5	Muhammad Darmawan	ANT-1	Chief Engineer	88801097	Indonesia	Yedig, 14 Feb 1979	C 8144825	03-Dec-24	F 956888	25-May-24	No. AL 52410461-SYR-TPK-2023	05-May-24	429620771	429620771-0314
6	Agus Saputrisantoro	ANT-1	1st Engineer	12194940	Indonesia	Solo, 28 Jul 1987	C 4976167	13-Apr-27	G 446314	15-Mar-24	No. AL 52410212-SYR-TPK-2023	14-Jun-24	429620910	429620910-0318
7	Amal Alabdul	ANT-2B	1st Engineer	12197488	Indonesia	Magelang, 17 Jun 1989	E 1782031	28-Nov-32	B 454028	08-Jun-23	No. AL 52410212-SYR-TPK-2023	28-Feb-24	429620940	429620940-0314
8	Wahid Shera	ANT-2B	1st Engineer	12196521	Indonesia	Mekah, 18 February 1996	E 1097142	29-Jun-33	F 302772	25-Nov-24	No. AL 52410361-SYR-TPK-2023	05-May-24	429619488	429619488-0319
9	Yuan Tiantian	ETO	Electrician	12194610	Indonesia	Sekeloa, 13 Dec 1995	C 7481833	14-Mar-26	G 974754	27-May-24	No. AL 52410461-SYR-TPK-2023	28-Nov-24	421197402	421197402-0318
10	Muhammad Anwar Subhan	BA03	Boatman	12197977	Indonesia	Parepare, 12 January 1978	C 4081394	19-Dec-27	G 429368	11-Oct-23	No. AL 52410461-SYR-TPK-2023	18-Feb-24	429608411	429608411-0115
11	Shadi Purwadi	BA02	Filter	12198819	Indonesia	Sambora, 04 December 1973	C 4976167	19-Sep-24	F 974729	10-Jul-24	No. AL 52410751-SYR-TPK-2023	30-Jun-24	429610440	429610440-0115
12	Arifan Samudra	BA03	Paumbara	12197514	Indonesia	Jakarta, 21 February 1984	F 0844951	14-Mar-24	F 364091	14-Mar-24	No. AL 52410461-SYR-TPK-2023	28-Feb-24	429610422	429610422-0115
13	Firdaus Fatah	BA03	Idle Seaman 1	12196760	Indonesia	Gesik, 25 April 1981	C 7301074	13-Aug-27	G 487342	21-Jun-24	No. AL 52410361-SYR-TPK-2023	28-Feb-24	429621279	429621279-0115
14	Firman	BA03	Idle Seaman 2	12196813	Indonesia	Laka, 05 November 1979	E 0791448	18-Nov-32	F 142899	08-Jun-23	No. AL 52410361-SYR-TPK-2023	28-Jun-24	429638488	429638488-0115
15	Yusuf Abdul	BA03	Idle Seaman 3	12197978	Indonesia	Bengkalis, 09 Agustus 1988	E 4151113	16-Aug-33	F 128810	04-Apr-23	No. AL 52410461-SYR-TPK-2023	28-Feb-24	429610476	429610476-0115
16	Fitriawan	BA03	Chiefly Seaman 1	12194449	Indonesia	Pasar Minggu, 23 Jul 1981	E 3605481	25-Feb-33	F 181283	02-Sep-24	No. AL 52410361-SYR-TPK-2023	28-Jun-24	429610991	429610991-0115
17	Wahid Mawardi	BA03	Chiefly Seaman 2	12194451	Indonesia	S.M., 01 Jul 1982	E 0134823	13-Jun-33	F 318077	22-Jun-23	No. AL 52410361-SYR-TPK-2023	28-Jun-24	429620784	429620784-0115
18	Hermano	BA02	Chief 1	12195517	Indonesia	Jakarta, 18 Jun 1983	C 8318347	23-Feb-24	F 181283	18-Apr-26	No. AL 52497110-SYR-TPK-2023	28-Jun-24	429134747	429134747-0115
19	Gaffar	BA02	Chief 2	12197353	Indonesia	Karang, 12 April 1987	C 8507723	13-Oct-27	G 464289	08-Oct-24	No. AL 52420310-SYR-TPK-2023	07-Sep-23	429218869	429218869-0115
20	Fajar Mahendra	BA02	Chief 3	12196813	Indonesia	Jepang, 12 October 1989	C 7180441	04-Nov-25	G 188499	23-Nov-24	No. AL 52410361-SYR-TPK-2023	18-Jun-24	421144920	421144920-0115
21	Irfan	BA03	Cook	12194439	Indonesia	Tasikmalaya, 31 Dec 1973	E 2481563	29-Mar-33	G 879087	02-Jun-24	No. AL 52476100-SYR-TPK-2023	24-Mar-24	429611386	429611386-0115
22	Rizki	BA03	Shoof Boy	12196496	Indonesia	Kumpang, 10 Mei 1972	C 7944716	16-Feb-27	F 181040	16-Feb-27	No. AL 52410361-SYR-TPK-2023	28-Jun-24	429617221	429617221-0115
23	Fachrudin Fauzan (Fauzan)	BA03	Engine Cadet	28218122	Indonesia	Singar, 30 Jun 1981	E 2380581	28-Mar-33	F 488870	01-Mar-26	No. AL 52410361-SYR-TPK-2023	15-Jun-24	429617221	429617221-0115



Master
MT. PANDERMAN
INTEGRATED MARINE LOGISTIC
No. 0000



LAMPIRAN 15 DATA NILAI DUKUNGAN SWOT

	CE	2E	3E	4E	FOREMAN	OILER 1	OILER 2	OILER 3	Elect
Strengths	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Kondisi Ignition dan main burner baik	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2. Ignition Glow Plug normal	4	4	4	3	3	3	3	3	4
3. kalibrasi oxygen analyzer	4	4	4	2	2	2	2	2	4
4. Filter pompa bahan bakar yang bersih	2	2	1	1	2	2	2	2	2
Weaknesses	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Tidak sesuai jadwal PMS	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2. kurang familisasi crew mengenai IGG	4	4	4	3	3	3	3	3	3
3. kualitas bahan bakar yang baik	3	3	3	4	1	1	1	1	2
4. Ketersediaan sparepart yang memadai	3	3	1	1	1	1	1	1	2

	CE	2E	3E	4E	FOREMAN	OILER 1	OILER 2	OILER 3	Elect
Opportunities	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Oxygen Content dibawah 8%	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2. IGG dapat beroperasi lama	4	4	3	3	3	3	3	3	3
3. Operasional kapal berjalan lancar	4	4	4	3	3	3	3	3	3
4. Waktu banyak untuk PMS	3	3	2	3	2	2	2	2	2
Threats	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Terjadi ledakan dan kebakaran	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2. Performa IGG menurun	4	4	4	3	3	3	3	3	4
3. Terganggu operasional kapal	4	4	3	2	2	2	2	2	3
4. Terjadi reaksi polimerisasi muatan	2	2	2	1	1	1	1	1	2

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



- | | | |
|--------------------------|---|---|
| 1. Nama | : | Fatchur Rahman Khoiruddin |
| 2. Tempat, Tanggal Lahir | : | Sragen, 30 Juni 2001 |
| 3. NIT | : | 582111218018 T |
| 4. Agama | : | Islam |
| 5. Jenis Kelamin | : | Laki-Laki |
| 6. Golongan Darah | : | A |
| 7. Alamat | : | Segeran RT 18, Cemeng, Sambungmacan,
Sragen, Jawa Tengah |
| 8. Nama Orang tua | : | |
| Ayah | : | Sutrisno |
| Ibu | : | Alm. Sulasih |
| 9. Alamat | : | Segeran RT 18, Cemeng, Sambungmacan,
Sragen, Jawa Tengah |
| 10. Riwayat Pendidikan | : | |
| SD | : | SD N 15 Sragen |
| SMP | : | SMP N 4 Sragen |
| SMA | : | SMA N 1 Sragen |
| Perguruan Tinggi | : | Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang |
| 11. Praktek Laut | : | |
| Perusahaan Pelayaran | : | PT. Pertamina International Shipping |
| Divisi / Bagian | : | Engine Cadet |
| Masa Praktik | : | 24 Juli 2023 – 25 Juli 2024 |

**SURAT KETERANGAN HASIL CEK SIMILIARITY
NASKAH SKRIPSI/PROSIDING
No. 2404/SP/PERPUSTAKAAN/SKHCP/05/2025**

Petugas cek *similarity* telah menerima naskah skripsi/prosiding dengan identitas:

Nama : FATCHUR RAHMAN KHOIRUDDIN
NIT : 582111218018 T
Prodi/Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN INERT GAS GENERATOR
UNTUK KELANCARAN DISCHARGE OPERATION CRUDE
OIL TANKER PADA MT. PANDERMAN

Menyatakan bahwa naskah skripsi/prosiding tersebut telah diperiksa tingkat kemiripannya (*index similarity*) dengan skor/hasil sebesar 24%* (dua puluh empat persen).

Hasil cek *similarity* yang terdata di atas semata-mata hanya untuk mengecek duplikasi tulisan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 23 Mei 2025

KEPALA UNIT PERPUSTAKAAN & PENERBITAN



ALFI MARYATI, SH
NIP. 19750119 199803 2 001

*Catatan

> 30 % : “Revisi (Konsultasikan dengan Pembimbing)”