



**OPTIMALISASI KERJA *INERT GAS GENERATOR*  
UNTUK MENDAPATKAN *INERT GAS* DENGAN  
OKSIGEN KONTEN DIBAWAH 3%  
DI VLGC PERTAMINA GAS 2**

**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**SUSMITA SILVA  
NIT. 541711206436. T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG  
TAHUN 2022**

**PERSETUJUAN**

**OPTIMALISASI KERJA *INERT GAS GENERATOR* UNTUK MENDAPATKAN  
*INERT GAS* DENGAN OKSIGEN KONTEN DIBAWAH 3%  
DI VLGC PERTAMINA GAS 2**

**Disusun Oleh:**

**SUSMITA SILVA**  
NIT. 541711206436 T

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

Semarang, 2022

Dosen Pembimbing  
Materi

Dosen Pembimbing  
Metodologi dan Penulisan

**ABDI SENO, M.Si, M.Mar.E**  
Penata Tingkat I, (III/d)  
NIP.1970421 199903 1 002

**Dr. ANDY WAHYU H., S.T.,M.T.**  
Penata Tingkat I, (III/d)  
NIP. 19791212 200012 1 001

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknika

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

## PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Skripsi dengan judul “Optimalisasi Kerja *Inert Gas Generator* Untuk Mendapatkan *Inert Gas* Dengan Oksigen Konten Dibawah 3% Di VLGC Pertamina Gas 2” karya,

Nama : Susmita Silva

NIT : 541711206436 1

Progam Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari \_\_\_\_\_, tanggal \_\_\_\_\_

Semarang, Februari 2022

Penguji I

**NASRI, M.T., M.Mar. E**  
Penata Tingkat I, (III/d)  
NIP. 19711124 299903 1 001

Penguji II

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

Penguji III

**VEGA F. A., S.ST, S.Pd, M.Hum**  
Penata Tingkat I, (III/d)  
NIP. 19770326 200212 1 002

Mengetahui :  
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

**Capt. DIAN WAHDIANA, M.M.**  
Pembina Tingkat I (IV/b)  
NIP. 19700711 199803 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Susmita Silva

NIT : 541711206436 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Optimalisasi Kerja *Inert Gas Generator* Untuk Mendapatkan *Inert Gas* Dengan Oksigen Konten Di bawah 3% Di VLGC Pertamina Gas 2”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan 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 di jatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang,

Yang menyatakan pernyataan,



**SUSMITA SILVA**  
**NIT. 541711206436 T**

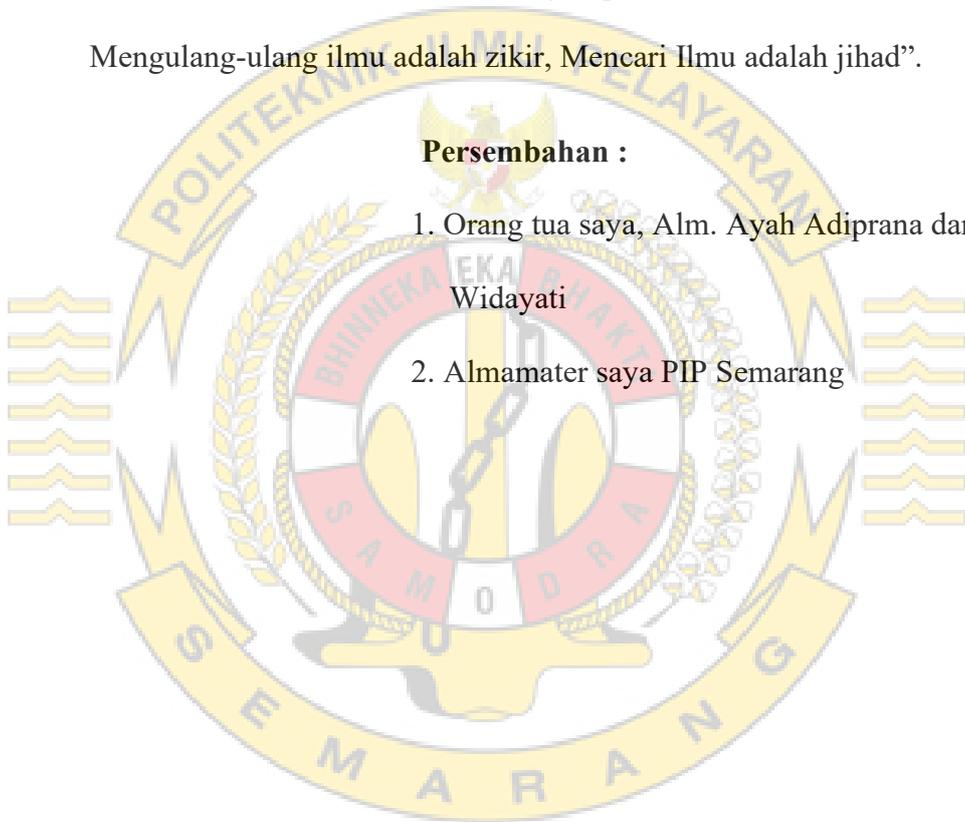
## MOTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto :

- ❖ “Percayakan semua kepada Allah. Yakinlah Allah selalu menyayangi hamba-Nya”.
- ❖ “Kekuatan do’a orang tua selalu menyertai segala langkah”.
- ❖ “Menuntut ilmu adalah takwa, Menyampaikan ilmu adalah Ibadah, Mengulang-ulang ilmu adalah zikir, Mencari Ilmu adalah jihad”.

### Persembahan :

1. Orang tua saya, Alm. Ayah Adiprana dan Ibu Widayati
2. Almamater saya PIP Semarang



## PRAKATA



Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat serta hidayah-Nya penulis telah mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimalisasi kerja *inert gas generator* untuk mendapatkan *inert gas* dengan oksigen konten dibawah 3% di VLGC Pertamina Gas 2”**.

Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel), serta untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Capt. Dian Wahdiana, M.M., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Amad Narto, Mar.E., M.Pd selaku Ketua Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak Abdi Seno, M.Si., M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi atas bimbingan dan arahnya.
4. Bapak Dr. Andy Wahyu H., S.T. MT. selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan atas bimbingan dan arahnya.
5. Seluruh tim penguji skripsi ini.

6. Seluruh Dosen PIP Semarang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
7. Perusahaan PT. Pertamina (Persero) Pertamina Shipping dan seluruh crew kapal VLGC Pertamina Gas 2 yang telah memberikan kesempatan untuk penelitian dan praktek laut serta membantu proses penulisan skripsi ini.
8. Orang tua dan seluruh keluarga yang turut membantu dan mendukung baik secara moril maupun materi hingga selesainya skripsi ini.
9. Seluruh teman-teman angkatan LIV terutama teman-teman Prodi Teknika yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi seluruh civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang khususnya prodi Teknika dan bagi seluruh pembaca skripsi ini.

Semarang,

Penulis

**SUSMITA SILVA**  
**NIT. 541711206436 T**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN PRAKATA .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAKSI .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
1.6. Sistematika Penulisan.....	7
BAB II LANDASAN TEORI .....	9
2.1. Tinjauan Pustaka .....	9

2.2. Penelitian Terdahulu.....	26
2.3. Definisi Operasional.....	29
2.3. Kerangka Pikir.....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1. Pendekatan dan Desain Penelitian.....	33
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian.....	34
3.3. Sumber Data Penelitian.....	34
3.4. Teknik Pengumpulan Data.....	36
3.5. Teknik Keabsahan Data.....	39
3.6. Teknik Analisis Data.....	40
<b>BAB IV ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian.....	53
4.2. Analisis Masalah.....	62
4.3. Pembahasan Masalah.....	82
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>98</b>
5.1. Simpulan.....	98
5.2. Saran.....	99

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

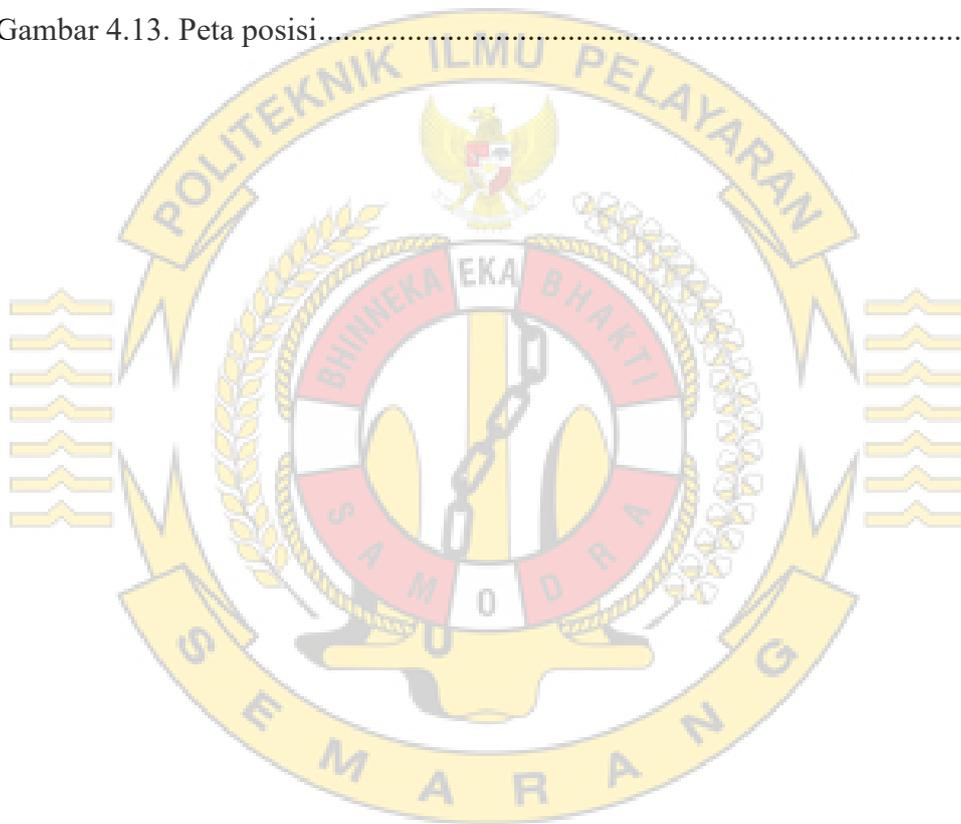
## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Tabel penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang .....	27
Tabel 3.1. Faktor Internal dan Eksternal.....	45
Tabel 3.2. Komparansi Urgensi Faktor Internal dan Eksternal.....	46
Tabel 3.3. Nilai Dukungan (ND).....	47
Tabel 3.4. Nilai Keterkaitan Faktor Internal dan Faktor Eksternal.....	48
Tabel 3.5. Matriks Ringkasan Analisis Faktor Internal dan Eksternal .....	49
Tabel 3.6. Matriks SWOT.....	51
Tabel 4.1. Perawatan rutin dan berkala <i>IGG</i> .....	59
Tabel 4.2. Tanggal pelaksanaan kalibrasi <i>oxygen analyzer</i> .....	65
Tabel 4.3. Studi pustaka faktor penyebab dari segi mesin.....	67
Tabel 4.4. Studi pustaka kualitas bahan bakar yang kurang bagus .....	69
Tabel 4.5. Studi pustaka pelaksanaan perawatan tidak konsisten .....	71
Tabel 4.6. Studi pustaka pelaksanaan perawatan tidak sesuai dengan <i>PMS</i> .....	73
Tabel 4.7. Faktor internal dan eksternal SWOT .....	84
Tabel 4.8. Komparasi urgensi faktor internal dan eksternal .....	85
Tabel 4.9. Nilai dukungan SWOT.....	87
Tabel 4.10. Matriks ringkasan analisis faktor internal dan eksternal.....	88
Tabel 4.11. Faktor kunci keberhasilan SWOT.....	90
Tabel 4.12. Matriks strategi SWOT .....	92

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema <i>inert gas system</i> .....	9
Gambar 2.2. Unit blower udara pembakaran .....	11
Gambar 2.3. Instalasi bahan bakar .....	11
Gambar 2.4. <i>Inert gas generator unit</i> .....	12
Gambar 2.5. <i>Cooling unit inert gas system</i> .....	13
Gambar 2.6. <i>Dryer unit</i> .....	14
Gambar 2.7. <i>Oxygen Analyzer</i> .....	15
Gambar 2.8. <i>Dew point transmitter</i> .....	16
Gambar 2.9. <i>Pneumatic valve</i> .....	16
Gambar 2.10. <i>Prismatic self-supportig Type 'A' tank</i> .....	17
Gambar 2.11. <i>Monitor control system</i> .....	18
Gambar 2.12. Segitiga Api .....	22
Gambar 2.13. <i>Flammability Diagram</i> .....	24
Gambar 2.14 Reaksi Polimerisasi .....	25
Gambar 2.15. Kerangka pikir .....	31
Gambar 3.1. Bagan <i>fishbone diagram</i> .....	43
Gambar 3.2. Grafik strategi SWOT .....	51
Gambar 4.1. Oksigen konten lebih dari 3% .....	61
Gambar 4.2. <i>Pressure gauge</i> pada intalasi <i>burner</i> .....	64
Gambar 4.3. Indikator <i>air capacity valve</i> .....	64
Gambar 4.4. <i>Valve sampling</i> .....	66
Gambar 4.5. Filter bahan bakar .....	68
Gambar 4.6. <i>Maintenance report IGG</i> .....	70

Gambar 4.7. <i>Plan maintenance system IGG</i> .....	72
Gambar 4.8. Filter bahan bakar bersih .....	76
Gambar 4.9. <i>Air capacity valve</i> terbuka 20% .....	77
Gambar 4.10. Oksigen konten normal .....	77
Gambar 4.11. Mengatur <i>flow sampling</i> gas lambat .....	78
Gambar 4.12. Diagram fishbone .....	83
Gambar 4.13. Peta posisi.....	91



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1	Hasil Wawancara.....	102
Lampiran	2	Ship Particular .....	108
Lampiran	3	Crew List .....	109
Lampiran	4	Planned Maintenance System IGG.....	110
Lampiran	5	Maintenance Report IGG.....	111
Lampiran	6	Daftar Riwayat Hidup.....	112



## INTISARI

**Silva, Susmita**, 541711206436 T, 2022, “Optimalisasi kerja inert gas generator untuk mendapatkan gas lembam dengan oksigen konten dibawah 3% di VLGC Pertamina Gas 2”, Skripsi Program Studi Teknika, Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing Materi I: Abdi Seno, M.Si, M.Mar.e., Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan II: Dr. Andy Wahyu Hermanto, S.T., M.T.

*Inert Gas System* adalah suatu permesinan bantu yang sangat penting diatas kapal tanker yang berfungsi sebagai sistem keamanan pencegah ledakan di kapal tanker. Pencegahan ledakan dilakukan dengan cara memasukkan gas lembam kedalam tangki muatan dengan tujuan menghilangkan kadar oksigen di dalam atmosfer tangki muatan sehingga dapat mencegah pembentukan campuran gas yang mudah menyala. Gas lembam mengandung sangat sedikit oksigen yaitu 1-2% berdasarkan volume. Alat penghasil gas lembam disebut dengan *Inert Gas Generator (IGG)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan tingginya oksigen konten yang dikandung gas lembam serta upaya yang dilakukan terkait dengan faktor penyebab yang disebutkan sehingga *inert gas generator* dapat bekerja optimal.

Penelitian ini dilakukan selama penulis melaksanakan praktek laut diatas kapal VLGC Pertamina Gas 2 selama kurang lebih dua belas bulan. Metode penelitian yang digunakan penulis adalah deskriptif kualitatif dengan teknik analisa data *Fishbone* yang dikelompokkan dari segi (*Machine, Man, Material, Methode*) dan Analisis *SWOT (Strenght, Weakness, Opportunity, Treatment)*. Penulis juga mengumpulkan data berdasarkan hasil observasi, wawancara dan studi pustaka.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor penyebab oksigen konten lebih dari 3% adalah filter bahan bakar yang kotor, suplai udara pembakaran terlalu banyak, *oxygen analyzer* yang jarang di kalibrasi, *flow sampling* yang terlalu besar, kualitas bahan bakar yang kurang bagus, kurangnya pengetahuan crew terhadap *PMS (Plan Maintenance System) IGG*. Upaya yang dilakukan terkait dengan faktor-faktor penyebabnya adalah membersihkan filter pompa bahan bakar, menutup sedikit *air capacity valve*, mengkalibrasi *oxygen analyzer* sesuai jadwal *PMS*, memperkecil aliran *valve sampling* ke dalam *oxygen analyzer*, menambahkan *fuel oil treatment (additives)* pada bahan bakar, memperhatikan jadwal perawatan *IGG* sesuai dengan jadwal *PMS*, mengembalikan sistem pelaksanaan perawatan berdasarkan jadwal *PMS inert gas generator*.

**Kata kunci:** *Inert Gas System*, Gas lembam, Oksigen konten, *Fishbone*, *SWOT*, *Plan Maintenance System*.

## ABSTRACT

**Silva, Susmita**, 541711206436 T, 2022, “*Optimizing the work of Inert Gas Generator to obtain the inert gas with oxygen content below 3% on VLGC Pertamina Gas 2*”, Thesis of Marine Engineering Program, Diploma IV Program, Semarang Merchant Marine Polytechnics, Material 1st Supervisor: Abdi Seno, M.Si., M.Mar.e., Metodology and Written 2nd Supervisor: Dr. Andy Wahyu Hermanto, S.T., M.T.

The Inert Gas System is a very important auxiliary machinery on tanker vessel that serves as a safety system to prevent explosion on tankers. Explosion prevention is done by inserting inert gases into the cargo tank with the aim of eliminating oxygen levels in the atmosphere of the cargo tank so as to prevent the formation of a mixture of gases that easily ignite. Inert gases contain very little oxygen, which is 1-2% by volume. The machinery that produce the Inert gas are called Inert Gas Generators (IGG). This study aims to find out the factors that cause the high oxygen content contained inert gases and the efforts made related to the causative factors mentioned so that inert gas generators can work optimally.

This research was conducted during the author's sea project aboard VLGC Pertamina Gas 2 for approximately a year. The research method used by the author is qualitative descriptive with Fishbone data analysis techniques grouped in terms of (Machine, Man, Material, Methode) and SWOT Analysis (Strength, Weakness, Opportunity, Treatment). The authors also collect data based on observations, interviews and literature studies..

The results of study showed that the contributing factors of oxygen content more than 3% were dirty fuel filters, too much combustion air supply, oxygen analyzers that are rarely calibrated, overly large flow sampling, poor fuel quality, lack of crew knowledge of PMS (Plan Maintenance System) IGG. Efforts are made with the causative factors are cleaning the fuel pump filter, closing a little air capacity valve, calibrating the oxygen analyzer according to the PMS schedule, minimizing the flow of valve sampling into the oxygen analyzer, adding fuel oil treatment (additives) to the fuel, paying attention to the IGG maintenance schedule in accordance with the PMS schedule, restoring the maintenance system based on the PMS schedule inert gas generator.

**Keywords:** Inert Gas System, Inert Gas, Oxygen content, Fishbone, SWOT, Plan Maintenance System.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penggunaan *Inert Gas System (IGS)* untuk muatan dikapal tanker bukan suatu hal yang baru. Menurut Badan Diklat Perhubungan (2000 : 9) yang mengacu pada Konvensi International Safety Of Life At Sea (SOLAS) memberi peraturan bahwa kapal tanker diatas 20.000 ton harus dilengkapi dengan *Inert gas system* yang merupakan salah satu sistem pencegahan terjadinya kebakaran dan ledakan di dalam tangki muatan dengan cara menurunkan kadar oksigen dalam tangki muatan. Ledakan dan kebakaran tidak akan terjadi jika tangki muatan kapal tanker telah lembam atau dalam kondisi inerted dengan baik atau sesuai prosedur. Alat gas lembam sendiri disebut dengan *Inert gas generator*. Penggunaan dan perawatan dari *Inert gas generator* bertujuan untuk mencegah kebakaran dan meledaknya tangki muatan dalam kapal tanker. Sehingga proses bongkar muat saat di pelabuhan maupun di jetty dapa berjalan dengan aman dan lancar.

Menurut IGS OTT Modul-3 (2000-20) kecelakaan berupa kebakaran dapat terjadi jika memenuhi persyaratan segitiga api (source of ignition). Sehingga penerapan dari inert gas generator ini guna memutus salah satu unsur rangkaian segitiga api tersebut yaitu oksigen. Dalam kondisi inerted pada sebuah tangki, kadar oksigen dalam tangki sudah dikurangi hingga menjadi kurang dari 3% dari atmosfer dengan cara memasukkan gas lembam.

VLGC Pertamina Gas 2 merupakan salah satu kapal PT. Pertamina (Persero) Pertamina Shipping yang merupakan salah satu kapal tanker pengangkut LPG dengan tipe *Fully Refrigerated* dengan tangki *type-A prismatic free standing*. Dimana seperti yang dijelaskan di dalam buku *Gas Tanker Familiarization Course Level 01* bahwa kapal tipe *fully refrigerated* umumnya dirancang untuk mengangkut sejumlah besar LPG dan amonia. Empat jenis tangki berdasarkan sistem penahanan muatan telah digunakan di kapal jenis *Fully Refrigerated* yaitu: *independent tank* dengan lambung ganda, *independent tank* dengan *single side shell* tetapi memiliki *double bottom* dan hopper ganda, tangki integral dan tangki semi-membran, keduanya yang terakhir ini memiliki lambung ganda.

Tangki-tangki ini terbuat dari baja bersuhu rendah untuk memungkinkan suhu pengangkutan yaitu sekitar  $-48^{\circ}\text{C}$ . Kapal *fully refrigerated* berukuran 10.000 hingga 100.000 m<sup>3</sup>. Kapal pengangkut LPG tipe ini akan memiliki hingga enam tangki muatan, masing-masing tangki dilengkapi dengan pelat cuci melintang (*transverse wash plates*), dan sekat longitudinal (*longitudinal bulkhead*) garis tengah untuk meningkatkan stabilitas. Karena kondisi pengangkutan muatan suhunya rendah, insulasi termal dan *reliequfaction plant* harus dipasang. Tangki jenis ini juga memiliki *independent secondary barrier* yang berguna untuk menahan muatan jika terjadi kebocoran pada tangki utama yang dapat bertahan sekitar 15 hari tanpa mengubah bentuk dan sifat muatan tersebut. Dilihat dari 2 konstruksinya, terdapat ruang yang disebut *cargo hold space*. Ruangan ini dapat menahan muatan jika terjadi

kebocoran agar tidak bersinggungan langsung dengan udara bebas karena dapat terjadi ledakan yang kuat jika bercampur dengan oksigen dan panas. Tangki ballast juga harus terisi dengan air ballas untuk menjaga stabilitas kapal. Agar muatan tidak rusak atau terpolimerisasi (penggumpalan akibat pencampuran zat lain yang tidak sejenis) dan meledak, setiap konstruksi tangki kapal LPG harus dalam keadaan tidak boleh tercampur oksigen dalam kadar tertentu maupun karbondioksida.

Kapal Pertamina Gas 2 melakukan pengangkutan impor LPG dari wilayah Timur Tengah seperti Ruwais, Iran, Qatar menuju ke Indonesia. Sehingga selama perjalanan perlu diperhatikan kondisi muatannya agar tidak rusak ataupun terjadi *Polimerisasi* dan meledak akibat tercampur dengan oksigen dengan kadar yang terlalu tinggi. Maka dari itu keadaan tangki tidak boleh tercampur dengan oksigen dalam kadar tertentu dan harus selalu dalam keadaan tidak dapat dimasuki maupun mengeluarkan gas yang lain (kedap). Seperti yang tertulis pada *Cargo Handling Manual* Pertamina Gas 2 bahwa muatan ini sangat reaktif yang berarti bahwa dapat terjadi polimerisasi bahkan jika hanya sejumlah kecil oksigen yang masuk. Untuk muatan ini, kandungan oksigen maksimum di atmosfer tangki adalah 2% berdasarkan volume.

Pada tanggal 16 Januari 2020 penulis mengikuti proses pengoperasian *Inert Gas System* di kapal VLGC Pertamina Gas 2 untuk persiapan sebelum loading di Qatar. Saat itu ditemukan kandungan oksigen pada *inert gas* atau gas lembam yang dihasilkan oleh *Inert Gas Generator* lebih dari 3%. Sehingga gas lembam terus menerus terbuang ke atmosfer dan tidak disarankan untuk masuk

kedalam tangki muatan, kondisi tersebut berlangsung selama 1 hari dan akan menimbulkan beberapa dampak yang terjadi yaitu pemborosan bahan bakar dan apabila tetap dilakukan *loading* sebelum tangki dalam kondisi lembam atau *inert condition* maka, dapat dikatakan proses *loading* dengan kondisi yang tidak aman atau *unsafe loading*.

Hal tersebut tidak boleh terjadi karena mengingat konsumsi LPG (*Liquified Petroleum Gas*) Indonesia yang semakin meningkat dari masa ke masa. Semenjak adanya program perubahan dari minyak tanah ke LPG pada 2007 lalu. Perubahan minyak tanah ke LPG bertujuan untuk mengurangi subsidi minyak tanah yang terus melonjak pada saat itu dikarenakan harga minyak dunia yang terus mengalami peningkatan. Berdasarkan pernyataan yang dikemukakan oleh Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia alasan utama LPG terpilih sebagai pengganti minyak tanah adalah karena biaya produksi LPG lebih murah dibanding minyak tanah. Dikarenakan biaya produksi minyak tanah yang setara dengan avtur.

Berdasarkan data riset yang telah dilakukan oleh Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas) tahun 2020 Indonesia memiliki cadangan gas alam hingga 77 TCF (triliun kaki kubik), namun sayangnya belum dimanfaatkan secara optimal untuk keperluan di dalam negeri. Saat ini LPG masih memiliki ketergantungan yang sangat besar terhadap impor. Alih-alih mengembangkan pasar penyerap dan juga infrastruktur gas bumi di dalam negeri, Indonesia lebih memilih LPG yang sumber pasokannya di dalam negeri terbatas.

Melihat adanya perbedaan atau gap antara teori dan kejadian terkait dengan turunnya kerja *Inert Gas Generator* dan melihat dampak yang ditimbulkan dapat mengganggu operasi kapal. Maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: **“Optimalisasi Kerja *Inert Gas Generator* Untuk Mendapatkan Inert Gas Dengan Oksigen Konten Dibawah 3% Di VLGC Pertamina Gas 2.”**

## 1.2. Perumusan Masalah

Untuk mempermudah melakukan penelitian, menemukan jawaban yang benar dan tepat, penulis membuat rumusan masalah. Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas yaitu tentang penyebab menurunnya kerja *Inert Gas Generator* dan untuk mencegah terjadinya ledakan dan kebakaran pada tangki muatan kapal *tanker* yang telah dimasukkan gas lembam dengan baik.

Untuk mencapai tujuan tersebut perlu diadakan suatu pemahaman tentang apa yang dimaksud dengan *Inert Gas Generetor*, serta bagaimana upaya yang dilakukan agar kandungan oksigen konten tidak lebih dari 3%. Terdapat beberapa permasalahan yang dikemukakan yaitu:

- 1.2.1. Faktor apa yang menyebabkan kerja *Inert Gas Generator* menurun, sehingga oksigen konten diatas 3% ?
- 1.2.2. Upaya apa yang dilakukan terkait dengan faktor-faktor yang menyebabkan kerja *Inert Gas Generator* menurun ?

## 1.3. Batasan Masalah

Dengan beberapa permasalahan yang terdapat dalam skripsi ini dan keterbatasan waktu yang ada, penulis membatasi ruang lingkup yang akan

dibahas. Dari skripsi ini pembahasan difokuskan pada pengoperasian *Inert Gas Generator* pada saat operasional kapal berjalan, perbaikan dan perawatan peralatan *Inert Gas Generator* di kapal VLGC Pertamina Gas 2 sesuai dengan *cargo manual book*, *Inert Gas System manual book*, untuk mempermudah melakukan penelitian.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulis mengajukan skripsi ini adalah :

- 1.4.1. Untuk mengetahui faktor yang menyebabkan kerja *Inert Gas Generator* menurun.
- 1.4.2. Untuk mengetahui upaya apa saja yang dilakukan terkait dengan faktor-faktor yang menyebabkan kerja *Inert Gas Generator* menurun.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

- 1.5.1. Manfaat teoritis : Untuk mengembangkan dan pengetahuan terkait dengan pengoperasian dan perawatan *Inert Gas System* untuk menunjang operasi kapal sehingga kegiatan impor dapat terus berlangsung dan LPG dapat didistribusikan ke seluruh depot yang ada di Indonesia.
- 1.5.2. Manfaat praktis : Penulis berharap skripsi ini dapat menambah pengetahuan khususnya bagi taruna dan bagi pembaca pada umumnya. Sehingga adanya penelitian ini permasalahan yang berkaitan dengan *inert Gas System* dapat teratasi. Juga sebagai sebagai bahan acuan dalam mengatasi permasalahan yang terjadi dalam pengoperasian *inert Gas System* selama operasional kapal.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Terdapat pula sistematika penulisan skripsi yang terbagi menjadi beberapa bab dan sub bab, antara lain:

### 1.6.1 Bagian Awal

Bagian awal dalam skripsi ini meliputi halaman sampul depan, halaman judul, halaman persetujuan, halaman pengesahan, halaman pernyataan keaslian, halaman motto dan persembahan, prakata, intisari, daftar isi, daftar gambar, dan daftar lampiran.

### 1.6.2 Bagian Utama

Pada bagian utama skripsi ini terdapat 5 bab. Setiap bab saling berkaitan satu sama lain sehingga mencapai tujuan penulisan skripsi ini. Sistematika penulisan skripsi ini dapat diuraikan sebagai berikut:

#### Bab I Pendahuluan

Pada bab ini memuat informasi mengenai Latar Belakang, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, serta Sistematika Penulisan.

#### Bab II Landasan Teori

Pada bab ini terdapat teori-teori yang mendasari pembahasan judul dan penelitian yaitu yang berkaitan dengan pelaksanaan perbaikan dan perawatan *Inert Gas Generator* pada *LPG carrier* dan dijadikan sebagai dasar pemikiran untuk mendukung uraian dan memperjelas serta mempertegas dalam menganalisis data yang diperoleh.

### Bab III Metode Penelitian

Dalam bab ini memuat tentang waktu dan tempat penelitian, sumber data penelitin, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data. Penulis menggunakan metode *Fishbone diagram* dan analisis SWOT dalam melakukakn penelitian ini. Pertama dalam metode *fishbone diagram* digunakan untuk mengidentifikasi penyebab potensial dari satu masalah. Kemudian menganalisis masalah melalui metode analisis SWOT yang meliputi faktor eksternal berupa peluang dan ancaman serta faktor internal berupa kekuatan dan kelemahan.

### Bab IV Hasil dan Pembahasan

Menjelaskan gambaran umum penelitian, Analisis Hasil Penelitian, dan Pembahasan Masalah.

### Bab V Penutup

Pada bab ini menguraikan dua hal, yaitu kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

#### 1.6.3. Bagian akhir

Bagian akhir berisi Daftar Pustaka, Lampiran, serta Daftar Riwayat Hidup penulis.

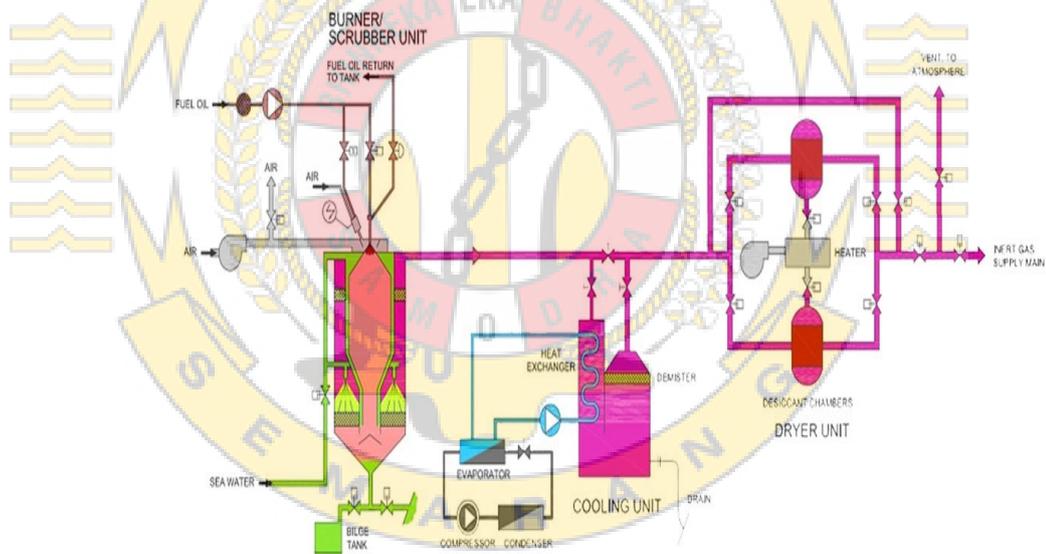
## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Untuk menunjang pembahasan mengenai optimalisasi kerja *Inert Gas Generator* untuk mendapatkan kandungan oksigen dibawah 3% pada VLGC Pertamina Gas 2, penulis menambahkan beberapa teori pendukung dan pengertian istilah istilah untuk memudahkan pemahaman skripsi ini.

##### 2.1.1. *Inert Gas System (IGS)*



Gambar 2.1. Skema *inert gas system*  
(Sumber : *Hamworthy Moss Instruction Manual Inert Gas System*, 2014).

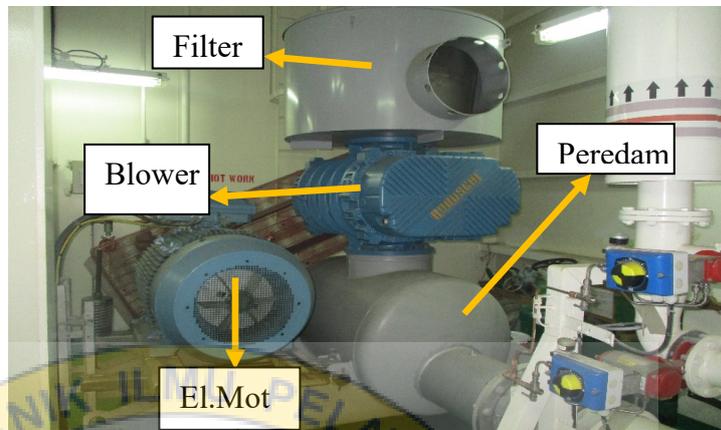
*Inert Gas System* adalah pesawat bantu yang dapat menghasilkan gas lembam dengan sistem distribusi gas lembam ke tangki muatan atau *cargo hold space* untuk menjaga konsentrasi oksigen dalam presentase rendah sehingga mengurangi potensi terjadinya kebakaran atau ledakan dalam tangki muatan. Serta peralatan untuk mencegah aliran balik yang mengandung gas muatan ke ruang mesin, alat ukur dipasang tetap dan mudah dibawa (*Inert Gas System manual book Pertamina Gas 2*, 2014).

*Inert Gas System* adalah digunakan untuk mempertahankan kadar oksigen yang rendah dalam tangki sehingga tidak memungkinkan timbulnya kebakaran. Juga merupakan suatu cara untuk memasukan *Inert Gas* ke dalam tank muatan untuk menaikkan *Lower Explosion Limit/LEL* (konsentrasi/campuran terendah dimana uap muatan atau *vapours* dapat menyala), dan secara bersamaan mengurangi *Higher Explosion Limit/HEL* (konsentrasi/campuran tertinggi dimana uap muatan/*vapours* dapat meledak).

Ketika konsentrasi *Inert Gas* mencapai 10% didalam tanki, secara teoritis uap muatan atau *vapours* tidak lagi dapat menyala, tetapi pada umumnya adalah dibawah 8%. Dan konsentrasi *Inert Gas* didalam tanki dijaga pada 5% sebagai *safety limit* (Oil Companies International Marine Forum, 2017).

Penemuan *Inert Gas System* merupakan salah satu sumbangan yang paling besar dalam meningkatkan keselamatan kerja di atas kapal tanker selama 20 tahun terakhir. Keuntungan dari sistem ini adalah mencegah terjadinya kebakaran maupun ledakan pada daerah ruang muatan atau cargo spaces dari kapal tanker, hal ini sudah diakui secara luas di dunia sekarang ini. *Inert Gas System* adalah suatu sistem yang memiliki komponen-komponen yang sangat penting, jika tidak dilakukan evaluasi terhadap prosedur IGS itu sendiri maka kemungkinan besar akan terjadi kerusakan atau kendala-kendala pada komponen pada IGS itu. Komponen-komponen utama yang ada pada sistem gas lembam serta fungsinya diatas kapal VLGC Pertamina Gas 2 diantaranya :

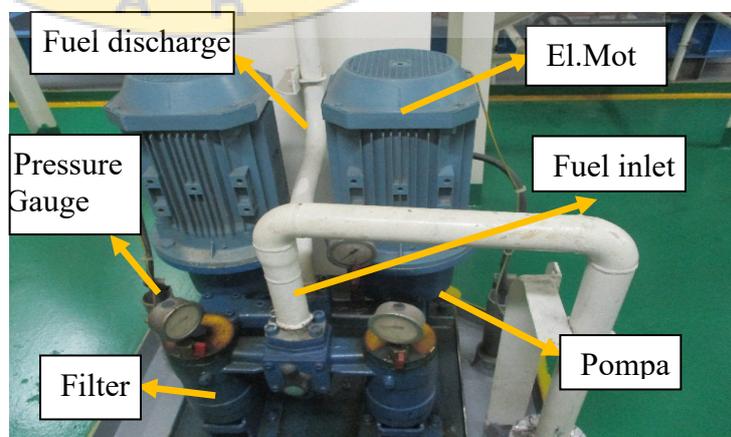
### 2.1.1.1. Blower Udara Pembakaran



Gambar 2.2 Unit blower udara pembakaran.  
(Sumber : Pertamina Gas 2, 2014).

Unit blower dan motor merupakan penghasil udara yang akan digunakan untuk pembakaran. Unit ini dipasang dengan saringan masukan, peredam masukan dan keluaran dan koneksi pipa fleksibel untuk pipa keluaran. Sakelar tekanan tinggi dipasang di inlet *inert gas generator* dan kontrol katup *blow off* untuk keselamatan dan kapasitas dikendalikan oleh sistem PLC.

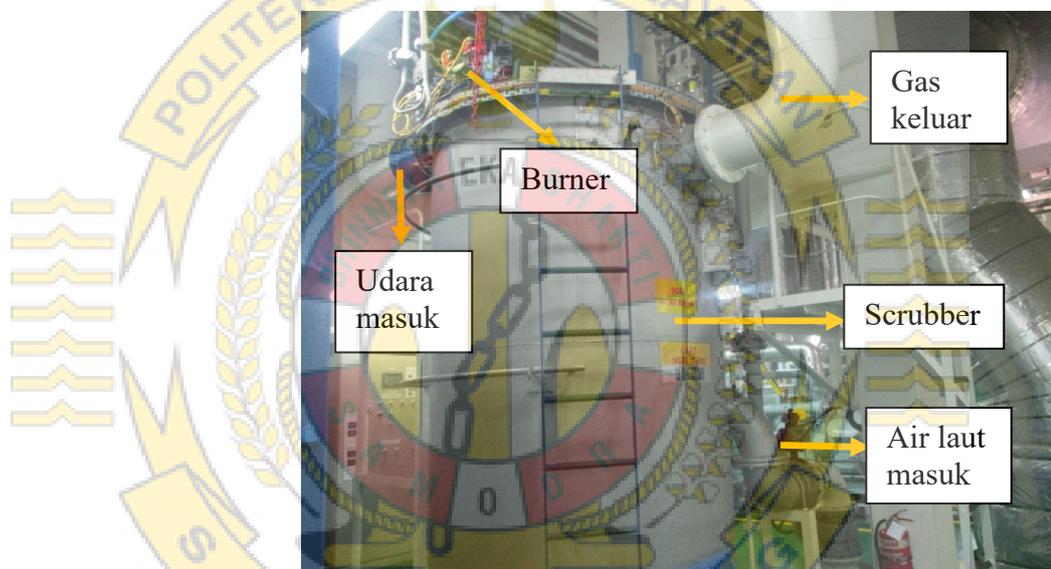
### 2.1.1.2. Instalasi Bahan Bakar



Gambar 2.3 Instalasi bahan bakar  
(Sumber : Pertamina Gas 2, 2014)

Instalasi bahan bakar ini terdiri dari dua pompa dengan filter vertikal. Instalasi pompa dipasang untuk menyuplai bahan bakar untuk proses pembakaran. Jenis bahan bakar yang dipakai adalah MDO (*marine diesel oil*). Instalasi ini mempunyai 2 buah pompa yang masing masing pompa memiliki spesifikasi 3500 rpm, 440 V, 60 Hz.

### 2.1.1.3. *Inert Gas Generator Unit*



Gambar 2.4 *Inert gas generator unit*  
(Sumber : Pertamina Gas 2, 2014)

*Inert Gas Generator* adalah tangki penghasil gas lembam yang di dalamnya berisi ruang bakar, alat pembakar/burner, saringan-saringan untuk menyaring gas hasil pembakaran serta *nozzle* yang memancarkan air untuk mendinginkan (Susilowati 2015:37).

Berikut *performance* dari *inert gas generator* yang digunakan di kapal VLGC Pertamina Gas 2 :

#### ***Performance***

<i>Nominal capacity</i>	: 5600 Nm <sup>3</sup> /h
<i>Delivery pressure at dryer outlet</i>	: 0.4 bar (g)
<i>Oxygen content</i>	: 1,0 vol%

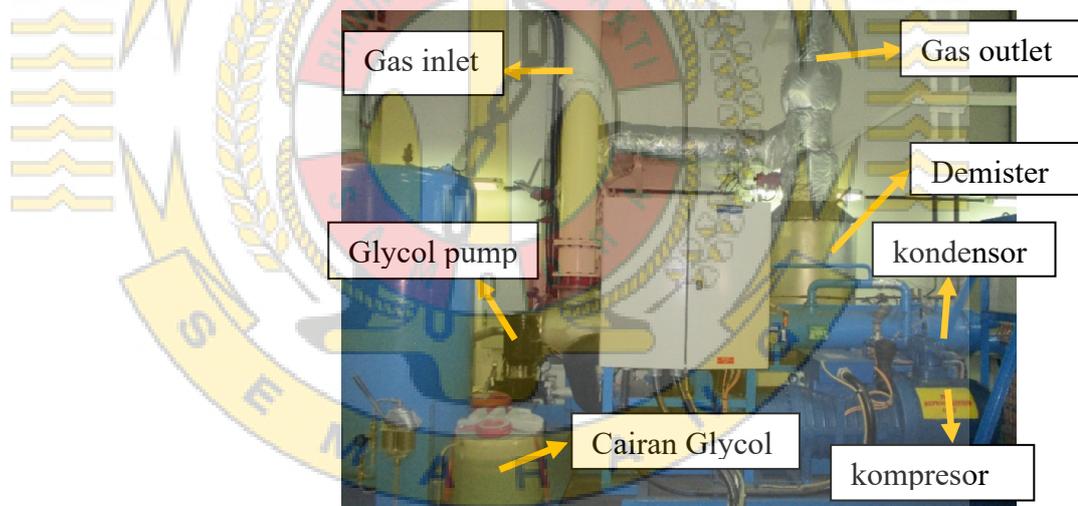
*Gas temperature at generator outlet* : Max. 5°C  
*Gas temperature at cool unit outlet* : Max. +5°C  
*Dew point at dryer unit outlet* : Max. -40°C  
*Sea water press at generator inlet* : 2 bar (g)  
*Burner injection* : 0.2 m<sup>3</sup>/h

**Inert gas composition**

Oxygen (O<sup>2</sup>) : 1-2 % *by volume*  
 Carbon monoxide (CO) : Max. 100 ppm  
 Nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) : Max. 100 ppm  
 Sulfur dioxide (SO<sup>2</sup>) : Normal 1 ppm  
 Carbon dioxide (CO<sup>2</sup>) : Approx. 14 %  
 Nitrogen dioxide (N<sup>2</sup>) + Air : *Balance*  
 Soot : Bacharach 0

(Sumber : *Hamworthy Moss Instruction Manual Inert Gas System, 2014*)

2.1.1.4 *Cooling Unit*

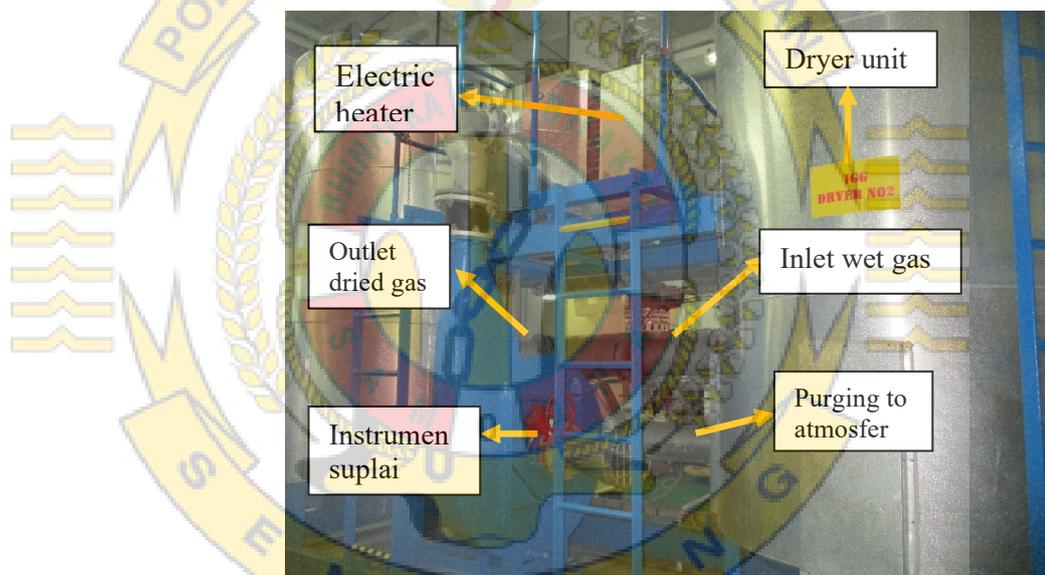


Gambar 2.5 *Cooling unit Inert Gas System*  
(Sumber : *Pertamina Gas 2, 2014*)

Unit pendingin didasarkan pada pendinginan tidak langsung dari gas lembam. Sistem ini terdiri dari unit pendingin air, pendingin gas lembam dan sistem sirkulasi air dingin, dipasang pada kerangka dasar umum. Unit pendingin air terdiri dari kompresor pendingin, evaporator

dan kondensor bersama dengan perpipaan, peralatan kontrol. Sistem sirkulasi tertutup terdiri dari pompa sirkulasi, tangki penyimpanan air dingin dan peralatan kontrol dan pemantauan. Media pendingin yang digunakan adalah campuran air tawar dan cairan *ethylene glycol*. Pemipaan internal yang diperlukan untuk menghindari hilangnya kapasitas pendinginan yang tidak perlu.

#### 2.1.1.5. Dryer Unit

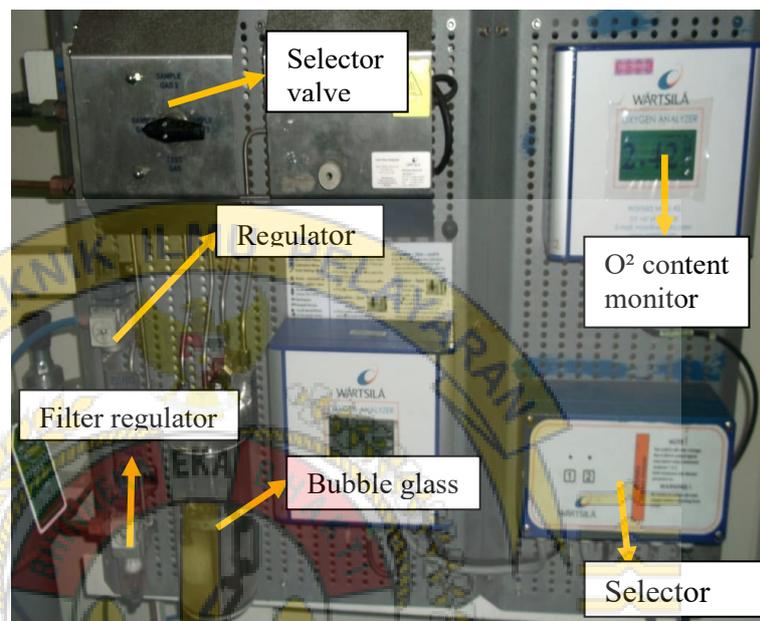


Gambar 2.6 Dryer Unit  
(Sumber: Pertamina Gas 2, 2014)

Pengering gas lembam dirancang untuk operasi terus menerus dengan menggunakan dua pesawat pengering. Sementara satu pesawat beroperasi dan mengeringkan udara gas lembam yang masuk, pesawat lainnya sedang meregenerasi. Kedua mesin pengeringan memiliki fungsi untuk menyerap uap air dari gas lembam. Unit pengering

dilengkapi dengan kipas regenerasi dan pemanas jenis listrik.

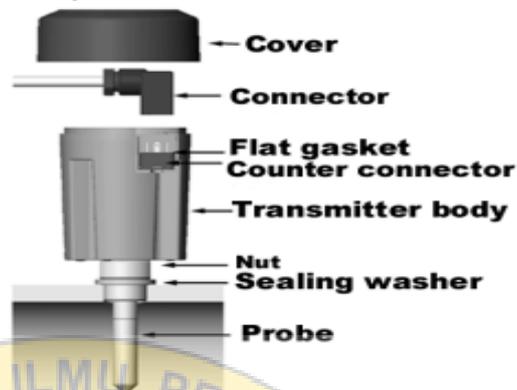
#### 2.1.1.6. *Oxygen Analyzer*



Gambar 2.7 *Oxygen analyzer*  
(Sumber : Pertamina Gas 2, 2014)

*Oxygen analyzer* merupakan sebuah instrumen yang digunakan untuk mengukur konsentrasi oksigen secara persentase berdasarkan volume. Selain itu, *oxygen analyzer* memiliki fungsi mengontrol dan mengaktifkan alarm apabila presentase konsentrasi oksigen kandungan gas tinggi atau melebihi batas kadar yang ditentukan. Gas yang akan diukur konsentrasinya adalah gas keluaran yang berasal dari *dryer*. Mengingat pentingnya alat ini, kalibrasi harus dilakukan secara periodik sesuai dengan *instruction manual book*.

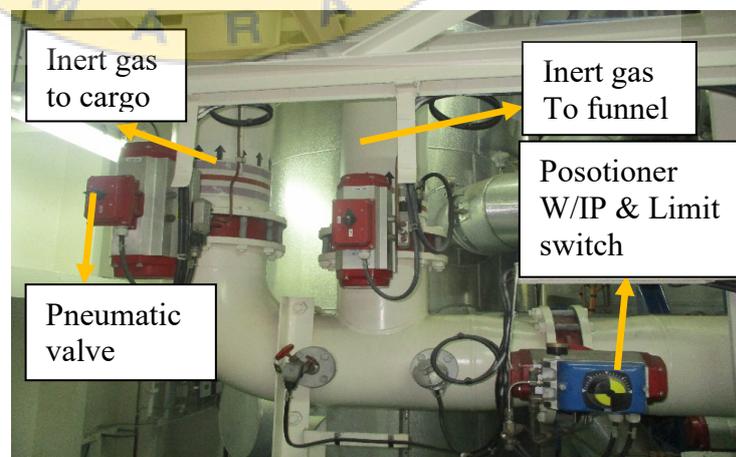
### 2.1.1.7. Dew Point Transmitter



Gambar 2.8 Dew point transmitter  
(Sumber : *Instruction Manual Inert Gas System* 2014)

Dew point transmitter merupakan sebuah instrumen yang terpasang pada keluaran pengering gas lembam untuk mengukur konsentrasi suhu di mana kondensasi akan terjadi dalam gas jika pendinginan lebih lanjut terjadi. Alat ini memiliki rentang pengukuran dari -80 sampai +20 °C. Disarankan untuk melakukan pengecekan kalibrasi pada alat ini setiap tahun.

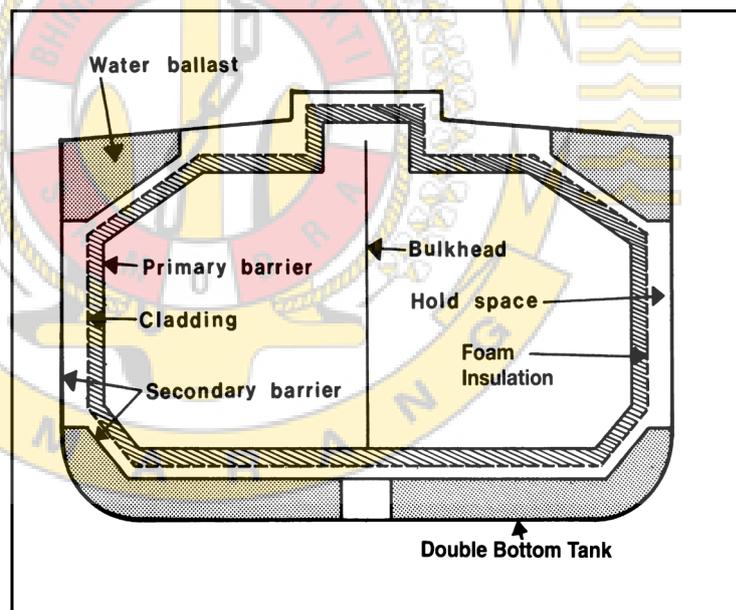
### 2.1.1.8. Pneumatic Valve



Gambar 2.9 Pneumatic valve  
(Sumber: *Pertamina Gas 2*, 2014)

*Pneumatic valve* merupakan keran yang didalamnya berbentuk seperti kupu-kupu (*butterfly valve*) yang menggunakan tenaga udara untuk membuka atau menutup katupnya secara otomatis. Jalur suplai udara harus dijalankan sesuai dengan standar praktik pemipaan, dan tidak boleh memiliki loop berlebihan yang dapat menjebak kondensat. Jika saluran pipa udara mengalami suhu yang ekstrem, sistem harus dilengkapi dengan udara peralatan pengeringan.

#### 2.1.1.9. Tangki Muatan



Gambar 2.10 *Prismatic self-supporting Type 'A' tank*  
(Sumber : *Liquefied gas handling principal*, 2000)

Tangki muatan yang digunakan di VLGC Pertamina adalah tangki Tipe *Prismatic self-supporting Type 'A'*. Bahan yang digunakan untuk tangki ini tidak tahan terhadap perambatan retak. Untuk memastikan keamanan jika terjadi

kebocoran tangki kargo, sistem penahan sekunder diperlukan. Sistem penahan sekunder ini dikenal sebagai penghalang sekunder dan merupakan fitur dari semua kapal dengan tangki Tipe 'A' yang mampu mengangkut muatan di bawah  $-10^{\circ}\text{C}$  Pada kapal seperti itu, ruang antara tangki kargo disebut sebagai penghalang primer dan penghalang sekunder dikenal sebagai ruang penahan. Ketika muatan yang mudah terbakar sedang dibawa, ruang-ruang ini harus diisi dengan gas lembam untuk mencegah terciptanya atmosfer yang mudah terbakar jika terjadi kebocoran penghalang primer.

#### 2.1.1.10. Control System



Gambar 2.11 *Monitor Control System*  
(Sumber : Pertamina Gas 2, 2014)

Terdapat kabinet yang terbuat dari pelat baja yang berisi peralatan kontrol, pemutus sirkuit, kabel internal dan daftar terminal dan lain – lain. Panel ini berisi pengontrol

yang dapat diprogram, yang mengurus fungsi start / stop / alarm dan mode berjalan dari *Gas Inert Plant*. Semua alarm dan parameter operasi tersedia untuk kapal IAS melalui Modbus RS485 untuk pemantauan. Berhenti Darurat juga tersedia di panel ini. Monitor layar sentuh dipasang di pintu panel untuk pengoperasian *Inert Gas System*.

#### 2.1.2. *Inert Gas* / Gas Lembam

Menurut *Cargo handling manual book* Pertamina Gas 2 tahun 2014 "*Inert gas*" adalah gas yang diproduksi dengan menggabungkan oksigen dari udara dengan hidrokarbon dari bahan bakar dalam proses pembakaran. Proses ini terjadi di ruang bakar, di mana *marine diesel oil* (mdo) digunakan sebagai bahan bakar. Gas yang dihasilkan akan mengandung sangat sedikit oksigen, biasanya di wilayah 1-2% berdasarkan volume. Komposisi gas lembam biasanya akan sekitar 85% nitrogen dan 14% karbon dioksida, dengan jejak jelaga dan karbon monoksida. Menurut Budi Purnomo (2020) menjelaskan "*Inert Gas*" adalah suatu gas atau campuran - campuran gas, sebagai gas buang yang berisi tidak cukup oksigen yang memperkuat/menunjang pembakaran hidrokarbon.

Pada kapal Pertamina Gas 2 terdapat permesinan khusus penghasil gas lembam yaitu *Inert Gas System* sehingga kualitas gas lembam yang dihasilkan lebih baik.

### 2.1.3. *Gas Carrier*

Menurut *Society of International Gas Tanker and Terminal Operators* (2016) “kapal gas” adalah kapal barang yang dibangun dan dirancang untuk dapat mengangkut muatan secara curah semua jenis gas yang dicairkan.

Menurut *Gas Carrier* adalah kapal tanker yang dimaksudkan untuk membawa gas cair yang berbeda yang digunakan untuk tujuan energi (gas minyak bumi, gas alam), dalam industri kimia (etilena, vinil klorida, propilena, dll.) atau digunakan sebagai bahan baku untuk membuat pupuk pertanian (amonia). Karakteristik paling mencolok dari kapal pembawa gas cair dilengkapi dengan instalasi penanganan kargo khusus yang dirancang untuk menjaga produk gas dalam keadaan cair (*International Gas Carrier Code*, 1990)

Berdasarkan pernyataan yang tertulis pada *Gas Tanker Familiarization level 01* (2010) kapal pengangkut gas dapat dikelompokkan menjadi enam kategori yang berbeda sesuai dengan kargo yang dibawa dan kondisi pengangkutan, yaitu:

2.1.3.1. Kapal *Fully Pressurize*

2.1.3.2. Kapal *Semi Refrigerated Ship*

2.1.3.3. Kapal *Semi pressurized / fully refrigerated*

2.1.3.4. Kapal *Fully refrigerated LPG.*

2.1.3.5. Kapal *Ethylene*

2.1.3.6. Kapal LNG (*Liquified Natural Gas*)

### 2.1.4. LPG (*Liquified petroleum Gas*)

“*Liquefied petroleum gas (LPG) is the general name given for propane, butane and mixtures of the two. These products can be obtained from the refining of crude oil. When produced in this way*

*they are usually manufactured in pressurised form”* (McGuire dan White (2000:5).

Dari pengertian diatas artinya LPG adalah nama umum yang diberikan untuk propana, butana dan campuran keduanya. Produk-produk ini dapat diperoleh dari pemurnian minyak mentah. Ketika diproduksi dengan cara ini, propana dan butana biasanya diproduksi dalam bentuk bertekanan.

*“Liquefied gas is a liquid which has saturated vapour pressure exceeding 2.8 bar absolute at 37.8 °C and certain other substance specified in the gas codes”* (International Maritime Organisation dalam IGC Code Chapter 3, 2007:6)

Pengertian diatas dapat diartikan sebagai berikut yaitu gas cair adalah cairan yang mempunyai tekanan vapour absolute melampaui 2.8 bar pada temperature 37.8 °C dan zat-zat lain sebagaimana yang ditetapkan di dalam kode gas.

#### 2.1.4.1 Propana (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)

Propana adalah anggota dari seri hidrokarbon alkana atau parafin. Propana adalah gas yang tidak berwarna dan mudah terbakar pada tekanan atmosfer dan suhu normal serta memiliki bau gas alam yang khas (Kadek Mikewati, 2018)

Propana larut dalam eter, alkohol, dan sedikit larut dalam air. Propana harus disimpan dalam temperatur yang sangat rendah yaitu -43°C. Tampaknya tidak ada efek buruk dari yang tersisa selama beberapa jam di atmosfer yang mengandung konsentrasi setinggi 3-5% propana, atau dari paparan berulang.

#### 2.1.4.2. Butana (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)

Butana adalah anggota dari seri hidrokarbon alkana atau parafin. Butana adalah gas yang tidak berwarna, mudah dicairkan, mudah terbakar yang dianggap tidak larut dalam air dan akan sedikit larut dalam alkohol dan tidak berbau (Kadek Mikewati, 2018)

Butana harus disimpan dengan temperatur yang rendah yaitu 6°C. Butana memiliki efek anestesi, tetapi tidak beracun. Konsentrasi hingga 5% tidak muncul untuk cedera pada durasi paparan 2 jam apabila terkena gas butana.

#### 2.1.5. Reaksi Kimia

##### 2.1.5.1. Pembakaran

Pembakaran baru bisa terjadi apabila memenuhi persyaratan dari segitiga api, yaitu: *source of ignition* (asal dari percikan api), *fuel* (dalam hal ini hydrocarbon yang memenuhi persyaratan), oksigen yang cukup untuk menimbulkan kebakaran.



Gambar 2.12. Segitiga api  
(Sumber : IGS OTT modul-3, 2000:15)

Kadar oksigen dalam udara segar adalah 21% dan jika oksigen dikurangi di bawah 10% maka sudah tidak akan cukup untuk menimbulkan api, sebab itu untuk menjadikan tangki muatan menjadi inerted atau lembam harus kita masukan *gas inerted* ke dalam tangki tersebut sampai di bawah batas kadar oksigen yang dapat membantu menimbulkan api yang bias menyebabkan kebakaran atau ledakan, karena itu di ambil batas yang aman dimana tangki muatan disebut *inerted* apabila kadar oksigen di bawah 3% *by volume*.

Untuk mendapatkan campuran gas hidrokarbon dan udara tidak menimbulkan batas "*critical dilution line*". Pada keadaan ini maka walaupun ditambah dengan udara segar (O<sub>2</sub>) tidak akan sampai melalui "*Flammable Range*" sampai kadar oksigen menjadi 21% *by volume* (Susilowati, 2015).

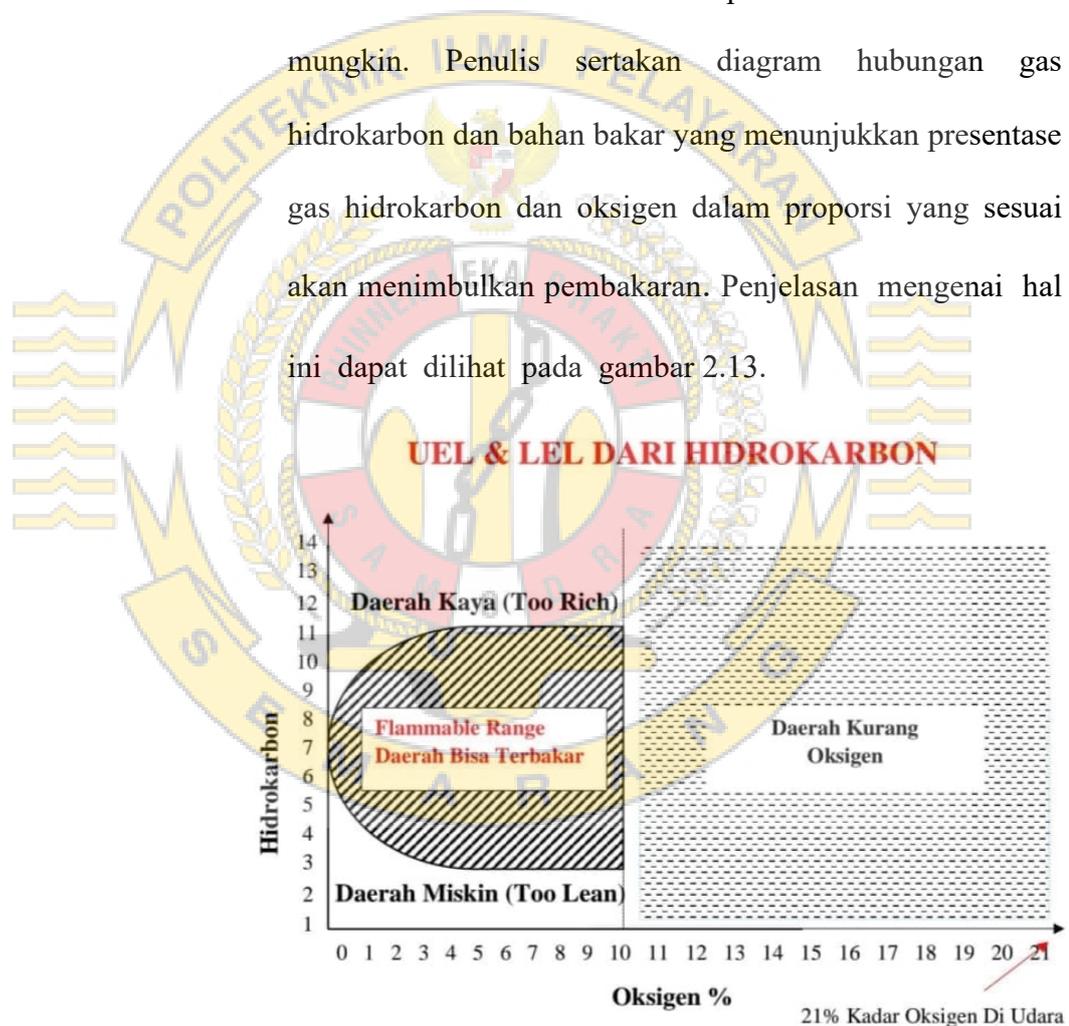
Kecelakaan berupa kebakaran atau ledakan dapat terjadi jika memenuhi persyaratan segitiga api (*source of ignition*) hidrokarbon yang memenuhi persyaratan dari oksigen yang cukup dapat menimbulkan kebakaran, sehingga mengancam keselamatan kerja, salah satu dari tiga unsur ini tidak ada atau tidak memenuhi persyaratan jumlah persentasenya maka tidak akan terjadi kebakaran, sehingga penerapan dari *Inert Gas System* ini bertujuan memutuskan rangkaian segitiga api dengan cara penekanan volume kadar oksigen di dalam tangki muatan hingga maksimal 3% (*Inert Gas System Oil tanker Training (IGS OTT) modul-3, 2000*).

#### 2.1.5.2. Kebakaran dan Ledakan Pada Muatan

Pembakaran adalah reaksi kimia, yang disebabkan oleh sumber pengapian, di mana uap yang mudah terbakar

bergabung dengan oksigen dalam proporsi yang sesuai untuk menghasilkan karbon dioksida, uap air dan panas.

Ledakan tidak akan terjadi pada tangki muatan kapal tangker yang telah lembam atau *inerted* dengan baik, seumpama pada waktu terjadi tabrakan. Jadi kerusakan akibat kebakaran dapat dihindari seminimum mungkin. Penulis sertakan diagram hubungan gas hidrokarbon dan bahan bakar yang menunjukkan presentase gas hidrokarbon dan oksigen dalam proporsi yang sesuai akan menimbulkan pembakaran. Penjelasan mengenai hal ini dapat dilihat pada gambar 2.13.

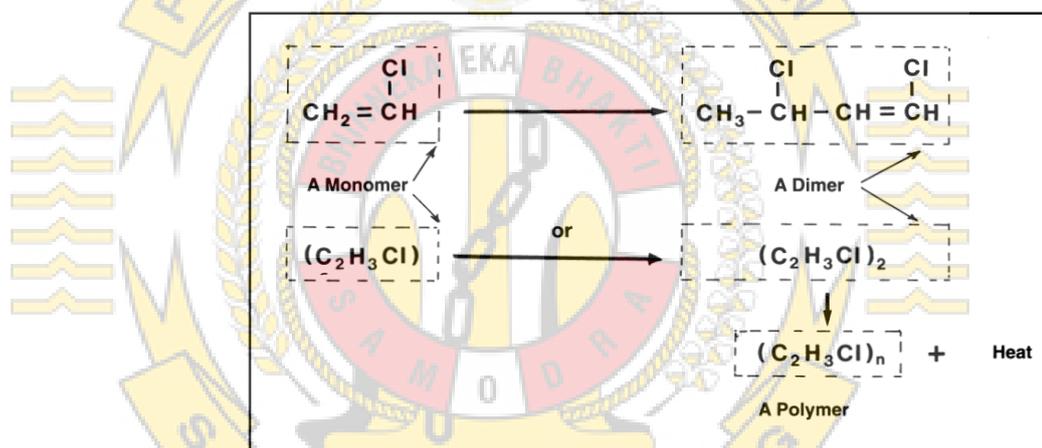


Gambar 2.13. *Flammability diagram*  
(Sumber : marinersdigest.blogspot.com, 2015)

Kantong yang diarsir dalam gambar tersebut menunjukkan dimana prosentase Hidrokarbon dan

Oksigen sedemikian rupa sehingga campuran tersebut dapat terbakar atau meledak kalau ada sumber api atau *ignition*. Diluar daerah kantong tersebut atmosfer atau campuran-campuran gas tidak akan terbakar karena : Hidrokarbon konsentrasinya terlalu tinggi atau, Hidrokarbon konsentrasinya terlalu rendah atau, Oksigen konsentrasinya terlalu rendah.

### 2.1.5.3. Polimerisasi



Gambar 2.14. Reaksi Polimerisasi

(Sumber : *Liquified Gas Handling Principles* SIGTTO, 2000)

*“Polymerisation takes place when a single molecule (a monomer) reacts with another molecule of the same substance to form a dimer. This process can continue until a long-chain molecule is formed, possibly having many thousands of individual molecules (a polymer)”* (Mc. Guire and White, 2000)

Polimerisasi terjadi ketika molekul tunggal (monomer) bereaksi dengan molekul lain dari zat yang sama untuk membentuk dimer. Proses ini dapat berlanjut sampai molekul rantai panjang terbentuk, mungkin memiliki ribuan

molekul individu (polimer). Mekanisme ini diilustrasikan pada Gambar 2.14. Prosesnya bisa sangat cepat dan melibatkan generasi banyak panas. Ini dapat dimulai secara spontan atau dapat dikatalisis oleh adanya oksigen (atau kotoran lainnya) atau dengan perpindahan panas selama operasi kargo. Selama polimerisasi, kargo menjadi lebih kental sampai, akhirnya, polimer padat dan tidak dapat dipompa.

Polimerisasi dapat dicegah, atau setidaknya tingkat polimerisasi dapat dikurangi, dengan menambahkan inhibitor yang sesuai ke kargo. Namun, jika polimerisasi dimulai, inhibitor akan dikonsumsi secara bertahap sampai suatu titik tercapai ketika polimerisasi dapat terus tidak terkendali. Dalam kasus butadiena, butil katekuler tersier (TBC) ditambahkan terutama sebagai anti-oksidan tetapi, dengan tidak adanya oksigen, ia juga dapat bertindak, sampai batas tertentu, sebagai inhibitor.

## 2.2. Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian ini, selain mengutip dan membahas teori – teori yang sudah ada peneliti juga melakukan pengkajian dari penelitian terdahulu yang diharapkan dapat membantu penulis dalam memahami permasalahan yang akan dipaparkan dengan melakukan pendekatan yang lebih spesifik. Dibawah ini merupakan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan Optimalisasi Kerja *Inert Gas Generator*

Untuk Mendapatkan *Inert Gas* Dengan Oksigen Konten Dibawah 3% Di  
VLGC Pertamina Gas 2 yang disajikan berupa tabel dibawah ini:

Tabel 2.1. Tabel penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang

Nama Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
Wahyu Aji, 2017	Identifikasi Dampak Deck Water Seal Untuk Peningkatan Kerja Inert Gas System Di MT. Green Stars Dengan Metode FTA	<p>Persamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis sekarang adalah :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dampak yang ditimbulkan apabila pengoperasian Inert Gas System tidak optimal akan terjadi ledakan di tangki muatan maupun di kamar mesin karena aliran balik gas hidrokarbon.</li> <li>- metode penelitian yang digunakan sama-sama menggunakan metode kualitatif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metode analisi data yang digunakan adalah metode Fault Tree Analysis (FTA) sedangkan penulis yang sekarang menggunakan metode Fishbone dan SWOT</li> <li>- Tempat penelitian dilakukan di MT. Green Stars jenil Oil tangker</li> <li>- Objek penelitin terfokus pada Deck Water Seal, sedangkan Penelitian yang dilakukan penulis sekarang terfokus pada Inert Gas Generator</li> <li>- Inert gas dihasilkan dari gas buang boiler yang diubah menjadi gas lembam, Sedangkan penelitian penulis sekarang terdapat mesin penghasil gas lembam sendiri</li> <li>- Tujuan penelitian ini adalah untuk</li> </ul>

			mengetahui dampak yang terjadi apabila Deck Water Seal tidak bekerja secara maksimal guna menunjang kinerja IGS.
Febri Wijayanto, 2019	Optimalisasi Inert Gas Sistem Guna Mencegah Timbulnya Ledakan Di Dalam Tangki Akibat Konsentrasi Oksigen Yang Terlalu Tinggi Di Kapal MT. Gede	<p>Persamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis sekarang adalah :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Objek penelitian sama terfokuskan pada Inert Gas System</li> <li>- Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dan deskriptif.</li> <li>- Akibat yang ditimbulkan apabila Inert Gas System tidak bekerja secara optimal adalah terjadi ledakan pada tangki muatan.</li> <li>- Tujuan yang sama yaitu untuk mencegah ledakan akibat konsentrasi oksigen yang tinggi dalam tangki muatan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tempat penelitian dilakukan di MT. Gede.</li> <li>- Inert gas dihasilkan dari gas buang boiler yang diubah menjadi gas lembam Sedangkan penelitian penulis sekarang terdapat mesin penghasil gas lembam sendiri</li> <li>- Hasil analisis penelitian penulis adalah Pengoptimalan penggunaan inert gas sistem untuk dalam penanganan muatan minyak mentah di MT. Gede adalah dengan cara familirisasi sistem ini kepada awak kapal sehingga meningkatkan pengetahuan dan pemahaman awak kapal dalam mengoperasikan inert gas sistem</li> </ul>

### 2.3. Definisi Operasional

Guna membantu dan mempermudah dalam memberikan pengertian dan pemahaman, penulis menggunakan istilah-istilah pelayaran dalam penulisan skripsi ini, antara lain :

1. *Inert Gas*

*Inert gas* atau gas lembam adalah gas atau campuran gas yang dapat mempertahankan kadar oksigen dalam presentase rendah sehingga dapat mencegah ledakan atau kebakaran.

2. *Inerting*

*Inerting* adalah proses memasukkan gas lembam untuk mengurangi dan mengatur kadar *Oxygen* pada tingkat pembakaran agar tidak terjadi.

3. *Dew Point*

*Dew point* atau Titik embun adalah suhu di mana kondensasi akan terjadi jika pendinginan terus terjadi.

4. *Scrubber*

Fungsi dari *scrubber* adalah untuk mencuci gas hasil pembakaran dengan air laut dimana 90% gas  $\text{SO}_2$  (sulfur dioksida) harus dihilangkan. Juga membersihkan gas dari kotoran kasar seperti abu dan jelaga. Gas buang didinginkan hingga  $5^\circ\text{C}$  di atas suhu air laut. Pembersihan dilakukan dengan cara disemprot air laut. *Scrubber* ini memiliki bentuk seperti tabung dan terbuat dari "*mild steel plate*".

5. *Inert condition*

*Inert condition* atau kondisi inert adalah kondisi dimana tangki telah dimasuki gas lembam dan kandungan Oksigen dalam seluruh atmosfer tangki telah dikurangi, dengan memasukkan gas lembam sampai dengan 5% atau kurang.

6. *Cargo hold space*

*Cargo hold space* adalah ruang yang dapat menahan muatan apabila terjadi kebocoran agar tidak bersinggungan langsung dengan udara bebas sehingga dapat mencegah terjadinya kebakaran. Ruang ini juga harus diisi dengan gas lembam.

7. *LPG (Liquefied Petroleum Gas)*

LPG merupakan hasil dari minyak bumi yang dicairkan, LPG memiliki komponen utama propana ( $C_3H_8$ ) dan butana ( $C_4H_{10}$ ) serta merupakan campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari minyak mentah. Cairan ini memiliki sifat mudah terbakar, tidak berwarna, tidak beracun, dan tidak korosif.

8. *Polimerisasi*

*Polimerisasi* adalah kondisi muatan terjadi penggumpalan dikarenakan tercampurnya zat lain yang tidak sejenis.

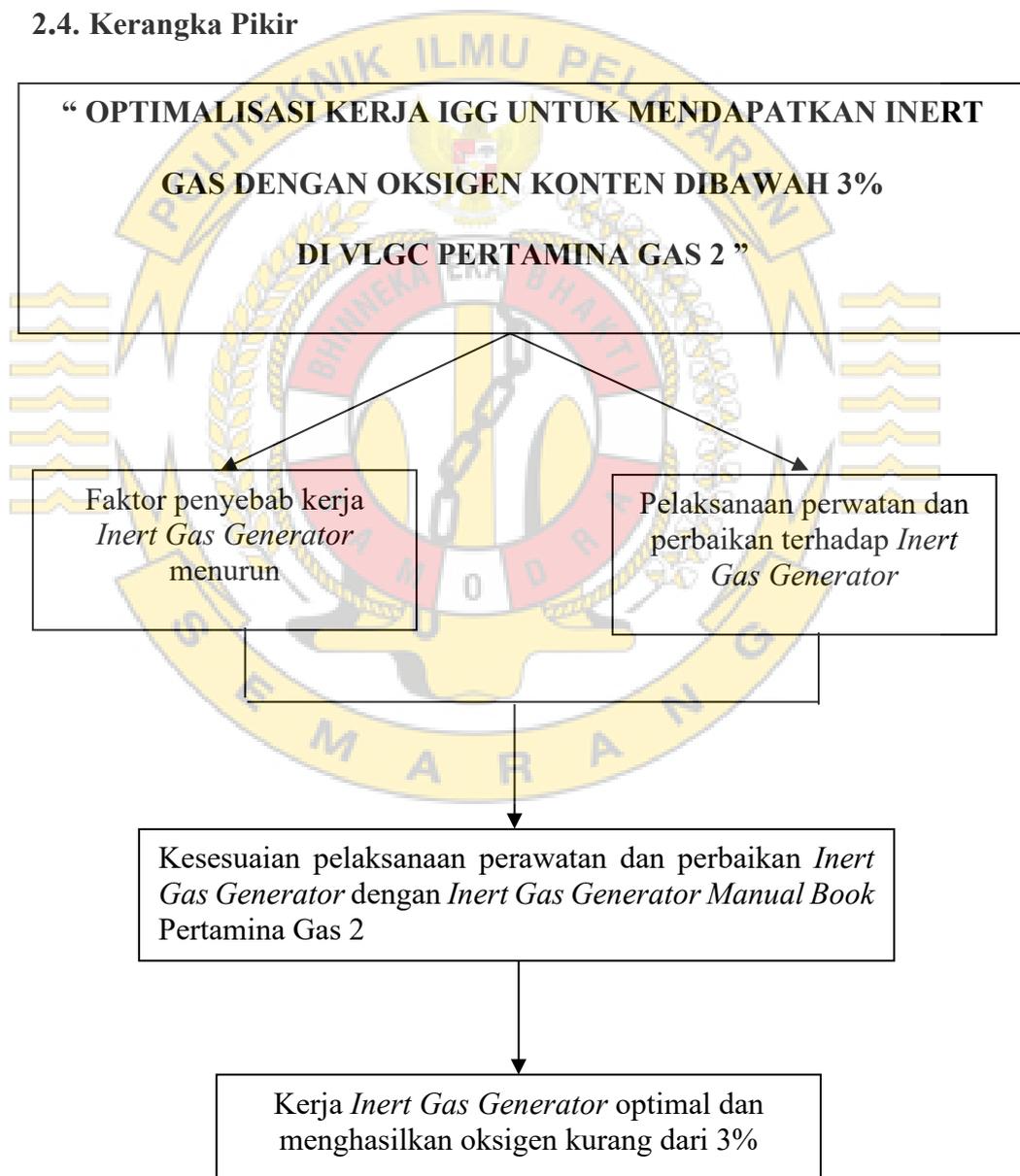
9. *Oxygen*

*Oxygen* adalah kandungan udara bebas yang terdapat pada gas lembam didalam tangki yang telah melewati *oxygen analyzer* untuk mengetahui jumlahnya.

## 10. *Oxygen analyzer*

*Oxygen analyzer* adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengontrol kualitas gas lembam dan menjaga konsentrasi oksigen ( $O_2$ ) dalam gas di bawah batas yang telah ditentukan. *Oxygen Analyzer* ini dipasang secara tetap untuk mengontrol kadar oksigen.

### 2.4. Kerangka Pikir



Gambar 2.15. Kerangka pikir

Agar dapat menjelaskan pembahasan secara teratur, penulis merancang kerangka berpikir. Kerangka pikir adalah penyajian kerangka berpikir atau pentahapan pemikiran secara kronologis dalam menjawab atau memecahkan masalah penelitian berdasarkan pemahaman teori dan konsep.

Dengan kerangka berpikir di atas, penulis bertujuan memberikan gambaran tentang penanganan muatan gas cair khususnya kargo LPG di kapal yang dilengkapi dengan *inert gas system* sehingga dapat mencegah risiko kebakaran dan proses penanganan muatan dapat dilakukan dengan baik dan efisien. Dalam penelitian ini terdapat 2 permasalahan yaitu apa yang menyebabkan kerja *Inert Gas Generator* menurun dan bagaimana upaya penanganannya agar *Inert Gas Generator* berkerja optimal sehingga operasional kapal berjalan dengan lancar. Untuk mencapai hasil yang optimal, penelitian ini dilakukan berdasarkan kesesuaian pelaksanaan perawatan dan perbaikan *Inert Gas Generator* dengan prosedur dan jadwal yang sesuai dengan *Inert Gas Generator Manual Book* Pertamina Gas 2.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian lapangan dan hasil penelitian yang dihasilkan dari gabungan metode *fishbone* dan SWOT yang telah diuraikan dalam pembahasan pada bab-bab sebelumnya maka penulis dapat menarik kesimpulan terkait permasalahan yang dibahas dalam skripsi ini sebagai bagian akhir, yaitu:

5.1.1. Faktor utama penyebab menurunnya kerja *inert gas generator* sehingga kadar oksigen konten dalam gas lembam tinggi adalah Filter pompa bahan bakar kotor sehingga tekanan bahan bakar yang menuju ruang pembakaran kurang. Kemudian suplai udara yang terlalu banyak menyebabkan kegagalan *air combustion system*. Sehingga gas lembam yang dihasilkan mengandung oksigen yang lebih banyak.

5.1.2. Upaya-upaya yang dilakukan terkait faktor yang menyebabkan menurunnya kerja *inert gas generator* adalah masinis langsung mengecek apa yang menyebabkan oksigen konten lebih dari 3%, setelah ditemukan penyebabnya segera melakukan tindakan membersihkan filter pompa bahan bakar. Membersihkan filter pompa bahan bakar dapat berguna untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada filter bahan bakar. Kemudian menutup sedikit *air capacity valve* yang terletak pada *IGG instrument air inlet* sesuai

dengan ketentuan pada *instruction manual book*. Setelah dilakukan upaya tersebut, Inert gas generator dapat menghasilkan gas lembam dengan oksigen konten dibawah 3%. Kegiatan loading berjalan dengan lancar dan tepat waktu.

## 5.2. Saran

Dari hasil penelitian pengoptimalan kerja *inert gas generator* maka penulis berupaya memberikan saran agar kejadian serupa tidak terjadi kembali pada masa mendatang antara lain:

- 5.2.1. Disarankan kepada *Engineer* yang bertanggung jawab atas *inert gas system* agar memperhatikan dan melakukan perawatan sesuai dengan *instruction manual book*. Perawatan yang sesuai dengan jadwal *PMS* dapat mencegah kejadian serupa terulang kembali di kemudian hari.
- 5.2.2. Agar dapat berjalan dengan baik dan normal sebaiknya *Engineer* yang bertanggung jawab atas *inert gas generator* melakukan kalibrasi terhadap *oxygen analyzer* secara rutin dan aktual. Serta sebaiknya ada *oxygen analyzer* yang *portable* (mudah dibawa) untuk membandingkan dengan yang *fix oxygen analyzer*. Dari hasil perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa semakin sedikit perbedaanya berarti semakin akurat oksigen konten yang terbaca.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budi Purnomo, 2020, *Analisis Penyebab Terhambatnya Produksi Gas Lembam Pada Inert Gas Generator Guna Memperlancar Proses Bongkar Muatan Di Kapal MT. Olympus 1*, Meteor STIP Marunda, Jakarta
- Dewi Rokhmah, Iken Nafikadini, E. I, 2009, Penelitian Kualitatif. *Journal Equilibrium*
- Freddy Rangkuti, 2014, *ANALISIS SWOT : Teknik Membedah Kasus Bisnis*, PT. Gramedia Pustaka Utama
- Germanischer Lloyd SE, 2008, *Rules for Classification and Construction Ship Technology, Liquefied Gas Carriers*, Germany
- Harmworthy Moss, 2012, *Inert Gas Generator System for Gas Carrier Instruction Manual Book*, Korea
- Hyundai Heavy Industries Co. Ltd, 2013, *LPG Cargo Handling System Instruction Manual*, Korea
- International Chamber of Shipping, 1995, *Tanker Safety Guide (Liquefied Gas) 2nd edition*, Edward Mortimer Ltd, England
- Institute of Maritime Studies, 2010, *Gas Tankers Familiarisation Level-01*, Glasgow, Scotland
- International Maritime Organization, 1990, *Inert Gas System*, IMO Publication, London
- Irsyanto, Yermia, 2016, *Optimalisasi Perawatan Inert Gas System Untuk Mencegah Bahaya Kebakaran Dan Ledakan Di MT. LPG/C Gas Komodo PIP Semarang*, Semarang.
- Kadek Mikewati, Sidrotul Muntaha, & Okvita Wahyuni, 2018, *Pembongkaran Liquefied Petroleum Gas (LPG) Dengan Ship To Ship Operation Di VLGG Pertamina Gas 2. Dinamika Bahari*, Semarang.

- Mc. Guire and White, 2000, *Liquefied Gas Handling Principles 3rd Edition*, Witherby & Co. Ltd, London
- Purba, 2008, *Diagram Fishbone Dari Ishikawa*. Diakses dari <http://hardipurba.com/2008/09/25/diagram-fishbone-dari-ishikawa.html>.
- Jijin A Saputra, 2018, *Pengaruh Kurangnya Supply Gas Lembam Dalam Penanganan Muatan Di Mt. Gandini Dengan Metode Fishbone*, Dinamika Bahari, Semarang
- Society of International Gas Tanker and Terminal Operators, 2016, *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals (LGHP4) Fourth Edition*, Witherby Publishing Group Ltd, Scotland.
- Smith David W, 1985, *Marine Auxiliary Machinery, 6th Edition*, Butterworths, London, Boston, Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington.
- Sugiyono, 2016, *Metode Penelitian Pendidikan. Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Alfabeta, Bandung.
- Susilowati, 2015, *Inert Gas System Kapal Motor Tanker Gandini*, E-jurnal Widya Eksakta, Jakarta.
- Wahyu Aji, Jamiul Alim, & Sri Purwantini, 2017, Identifikasi Dampak Deck Water Seal Untuk Peningkatan Kerja Inert Gas System Di MT. Green Stars Dengan Metode FTA, *Dinamika Bahari*
- Wijayanto, Febri, *Optimalisasi Inert Gas Sistem Guna Mencegah Timbulnya Ledakan Di Dalam Tangki Akibat Konsentrasi Oksigen Yang Terlalu Tinggi Di Kapal MT. Gede*, PIP Semarang, Semarang.

## LAMPIRAN 1

### HASIL WAWANCARA

Dalam proses pengumpulan data skripsi dengan judul “Optimalisasi kerja *inert gas generator* untuk mendapatkan *inert gas* dengan oksigen konten di bawah 3%”. Peneliti juga mengambil metode pengumpulan data dengan cara wawancara untuk mengetahui faktor-faktor penyebab tingginya kadar oksigen dalam gas lembam. Peneliti menggunakan teknik *Fishbone* dalam menentukan pokok prioritas masalah berdasarkan pada observasi lapangan dan wawancara yang dilakukan peneliti.

Wawancara penulis dengan *Gas engineer* dan *Chief Engineer* di VLGC Pertamina Gas 2 yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut untuk mengetahui penyebab tingginya kadar oksigen yang dikandung gas lembam.

Narasumber 1 : M. Fadhli Satria (*Gas Engineer*)

Penulis / Pewawancara : Susmita Silva (*Engine cadet*)

Penulis : “Selamat sore bas”

Gas Eng : “Ya selamat sore gimana ada apa det ?”

Penulis : “Izin bertanya mengenai inert gas generator bas, Apa yang menyebabkan kadar oksigen yang di kandung gas lembam tinggi ?”

Gas Eng : “Sebenarnya banyak faktor yang dapat menyebabkan kadar oksigen tinggi penyebabnya adalah pertama tekanan bahan bakar yang menuju *nozzle* menurun. Turunnya bahan bakar ini disebabkan

karena filter bahan bakar yang kotor. Kedua suplai udara yang terlalu banyak. Ketiga *oxygen analyzer* yang jarang di kalibrasi. Keempat yaitu *flow sampling* yang masuk *oxygen analyzer* terlalu besar. Kelima karena kualitas bahan bakar yang kurang baik. Keenam kurang menerapkan Planned Maintenance System (PMS) yang sesuai dengan manual book. ”

Penulis : “Menurut bas, apakah dampak yang terjadi apabila kerja inert gas generator menurun ?”

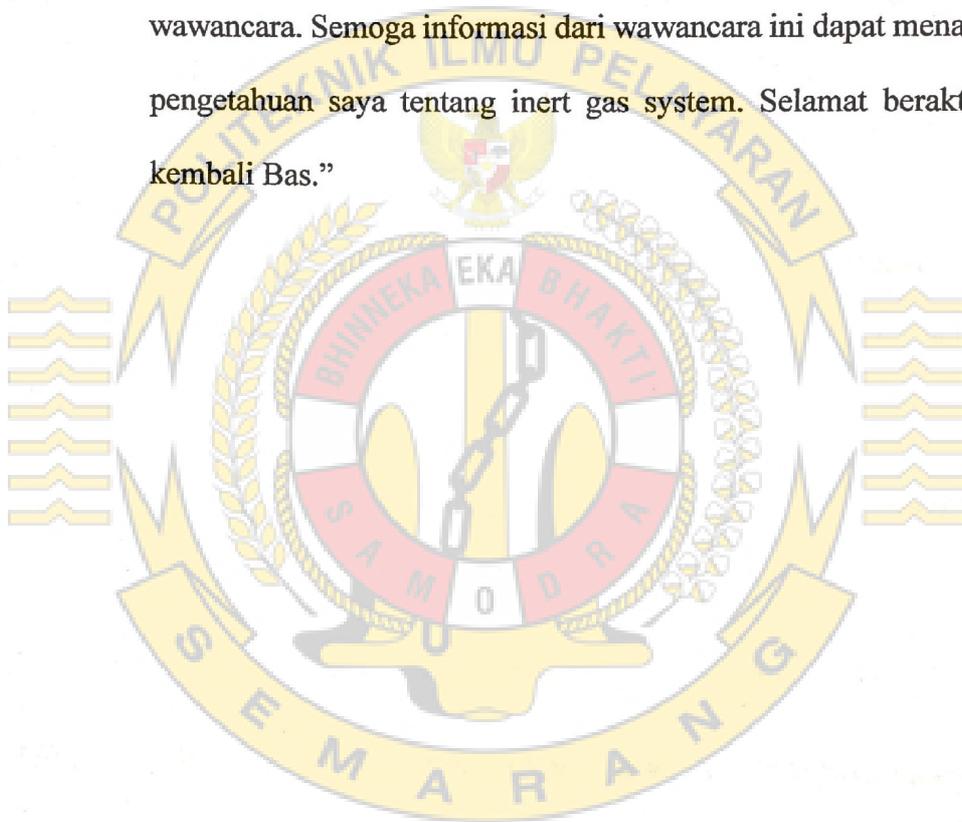
Gas Eng : “Menurunnya kerja sistem inert gas generator yang pertama dapat berpengaruh pada tangki muatan. Kedua apabila kadar oksigen terlalu tinggi, gas lembam tidak disarankan masuk ke dalam tangki muatan dan terus menerus terbuang ke atmosfer, apabila hal tersebut berlangsung lama akan menyebabkan boros bahan bakar. Ketiga apabila bongkar muat dilaksanakan tanpa melakukan inerting gas lembam kedalam tangki muatan, akan terjadi unsafe loading / discharging. Paling parah yaitu dapat menyebabkan ledakan apabila oksigen tidak dipertahankan pada kadar yang rendah.

Penulis : “Lalu upaya apa yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut, sehingga bongkar muat dapat dilakukan dengan aman ?”

Gas Eng : “Upaya yang dilakuan saat itu adalah melakukan pengecekan terhadap damper blower yang menyuplai udara, membersihkan filter pada pompa bahan bakar, melakukan kalibrasi pada oxygen analyzer

dan memperkecil flow sampling gas lambat yang masuk ke dalam oxygen analyzer agar dapat mendeteksi kadar oksigen dengan akurat. Serta melaksanakan perawatan sesuai dengan jadwal PMS pada manual book.”

Penulis : “Baik Terimakasih Bas atas informasi dan kesediannya untuk saya wawancara. Semoga informasi dari wawancara ini dapat menambah pengetahuan saya tentang inert gas system. Selamat beraktivitas kembali Bas.”



Engine Cadet

Susmita Silva

Gas Engineer

DIREKTORAT  
LOGISTIK SUPPLY DAN  
PERASTIWARAN  
TANJUNGPINANG  
(PERSERO)

M. Fadli Satria

Narasumber 2 : Agus Khumaidi (Chief Engineer)

Penulis / Pewawancara : Susmita Silva (Engine cadet)

Penulis : “Selamat siang Chief.”

Chief Eng : “Selamat siang det”

Penulis : “Mohon izin waktunya sebentar Chief untuk menanyakan beberapa pertanyaan kepada anda. Mohon kesediannya Chief”

Chief Eng : “Baik silahkan bertanya apa yang mau ditanyakan.”

Penulis : “Izin bertanya mengenai inert gas generator Chief, menurut Chief apa yang menyebabkan kadar oksigen yang di kandung gas lembam tinggi ?”

Chief Eng : “Menurut saya yang menjadi faktor penyebab oksigen konten tinggi adalah karena perawatan yang belum optimal”

Penulis : “Apa yang menyebabkan perawatan belum optimal chief ?”

Chief Eng : “Iya, karena saya perhatikan pada laporan perawatan bulanan Gas engineer terkait dengan inert gas generator tidak konsisten, setelah saya cocokkan dengan manual book, ternyata perawatan tidak dilakukan sesuai dengan jadwal PMS pada manual book.”

Penulis : “Mengapa Gas engineer tidak melakukan perawatan sesuai dengan manual book chief ?”

Chief Eng : “Setelah saya bertanya mengapa laporan perawatan inert gas generator tidak konsisten kepada Gas Engineer, ternyata Gas Engineer belum mengetahui jadwal PMS inert gas generator. Gas Engineer kurang mengetahui hal ini karena beliau baru saja naik kapal ini dan menjabat sebagai Gas Engineer kurang lebih 3 bulan.”

Penulis : “Menurut Chief, apakah dampak dari menurunnya kerja inert gas generator ?

Penulis : “Baik Chief, berarti faktor penyebab ini dapat digolongkan kedalam faktor yang disebabkan dari segi manusia ?”

Chief Eng : “ Iyaa betul det”

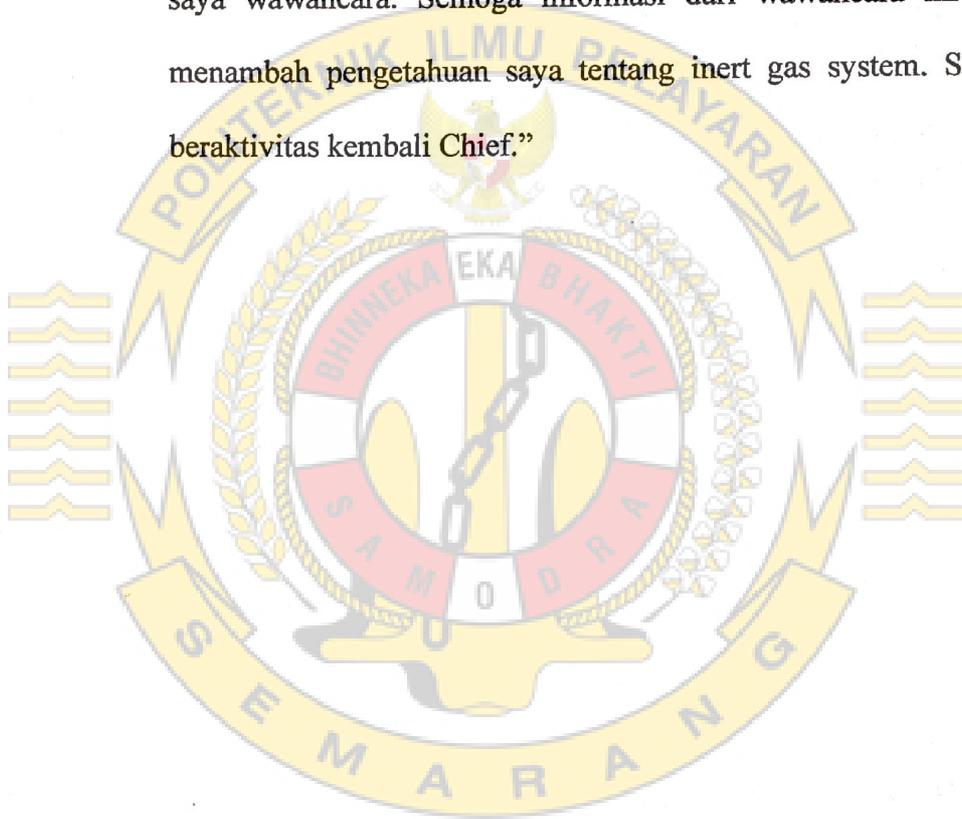
Chief Eng. : “Tidak optimalnya kerja dari sistem inert gas generator berpengaruh terhadap kelancaran proses bongkar muat muatan. Karena inert gas disini merupakan permesinan penunjang keselamatan proses bongkar muat dan dan merupakan syarat bisa dilaksanakannya bongkar muatan. Karena akan menyebabkan resiko terjadi ledakan di dalam tangki muatan dan terjadinya perubahan ruang pada tangki akibat keadaan vakum tangki saat tidak ada muatan. Hal tersebut dapat membuat perusahaan mendapat complain dari pemilik muatan.”

Penulis : “Lalu bagaimana upaya untuk mengatasi hal tersebut chief ?”

Chief Eng : “Upaya yang dilakukan yaitu mengembalikan pelaksanaan perawatan yang konsisten dan memperhatikan jadwal PMS inert gas

generator. Dan menghimbau kepada seluruh masinis bahwa untuk saling mengingatkan sesama masinis lainnya agar memperhatikan dan melakukan perawatan mesin yang menjadi tanggung jawabnya sesuai dengan manual book dari masing masing permesinan.”

Penulis : “Baik Terimakasih Chief atas informasi dan kesediannya untuk saya wawancara. Semoga informasi dari wawancara ini dapat menambah pengetahuan saya tentang inert gas system. Selamat beraktivitas kembali Chief.”



Engine Cadet

Susmita Silva

Chief Engineer



Agus Khumaidi

## LAMPIRAN 2

<b>SHIP PARTICULARS</b>			
VESSEL'S NAME	: PERTAMINA GAS 2	MMSI NO	: 525008121
CALL SIGN	: YDFN	NBDP NO.	: N/A
IMO NO	: 9685217	INM-C ID	: 452503016, 452502999
REGISTER NO	: 2014 Pst No.8555/L	SHIP VSAT PHONE	: +62-21-43928170
DISTINCTIVE NO	: -	MOBILE PHONE	: +62-8118749354
TYPE OF VESSEL	: LPG CARRIER	E-MAIL	: pertaminagas2@pertamina.com
FLAG	: INDONESIA	OWNER	: PT. PERTAMINA (PERSERO)
PORT OF REGISTRY	: JAKARTA	ADDRESS	: JL. YOS SUDARSO NO. 32-34
CLASSIFICATION	: BV - BK1		TANJUNG PRIOK - JAKARTA 14320
CLASS NOTATION	* 200A1 Unrefined Gas Carrier, Ship Type 2G, Butadiene, Butane, Butylene, Butane-Propane mixtures, Propane, Propylene, In Independent Tanks Type A, Maximum Vapour Pressure 0.275 bar(0.40 bar in Harbour), Minimum Cargo Temperature minus 50 °C, ShipRight(SDA,ACS(B)), *IWS,LI *IMC, UMS, NAVI, *Lloyd's RMC(LG) Descriptive Notes: ETA, Part Higher Tensile Steel, ShipRight(FDA,CM,BWMP(S),SCM).		
GRT	: 48,917 TCNS	PHONE	: +62-21-4301086
NRT	: 16,575 TONS	FAX	: +62-21-43930411
DWT	: 54,683 TONS	E-MAIL	: pt1@pertamina.com
LIGHT WEIGHT	: 18,949 TONS	MANAGER	: PT. PERTAMINA (PERSERO)
MAIN DIMENSIONS		PERTAMINA SHIPPING	
LENGTH (Article 2(B))	: 217.83 M	ADDRESS	: JL. YOS SUDARSO NO. 32-34
LENGTH OVER ALL	: 225.81 M		TANJUNG PRIOK - JAKARTA 14320
LBP	: 215.00 M		INDONESIA
BREADTH (Reg 2 (3))	: 36.60 M	PHONE	: +62-21-4301086
MLD DEPTH (Reg.2 (2))	: 20.30 M	FAX	: +62-21-43930411
DESIGNED DRAFT MLD	: 11.40 M	E-MAIL	: pt1@pertamina.com
SUMMER LOAD DRAFT	: 11.90 M	BUILDER	: HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES, Co.Ltd, Korea
FREEBOARD FROM DECK LINE		BUILDER HULL NO	: H 2577
TROPICAL	: 5809 mm	CONTRACT	: 26 JAN 2012
SUMMER	: 6413 mm	STEEL CUTTING	: 15 JUL 2013
WINTER	: 6661 mm	KEEL LAID	: 17 DEC 2013
WINTER NORTH ATLC	: Not Required	LAUNCHED	: 28 FEB 2014
CARGO TANK CAPACITY (100%)	: 84,155,753 CubM	SEA TRIAL	: 13 - 15 APR 2014
DOME 1 PORT/STBC	: 9169.539 / 9178.019 CubM	GAS TRIAL	: 13 - 18 MAY 2014
DOME 2 PORT/STBD	: 11117.465 / 11121.431 CubM	DELIVERY	: 21 MAY 2014
DOME 3 PORT/STBD	: 11116.894 / 11122.971 CubM	SERVICE SPEED	: 16.75 KNOTS
DOME 4 PORT/STBD	: 10658.734 / 10670.704 CubM		
PUMPING RATE	: 8 x700 CubM/hr x 120 mlc		
FUEL TANK CAPACITY		FUEL CONSUMPTION	AT SEA :                      IN PORT :
MFO (100%)	: 2956.3    Cub M	MFO	: 58.9                      TONS : 11.7 TONS
MDO (100%)	: 137.3     Cub M	MDO	: 3.9                        TONS : 8.8 TONS
MGO (100%)	: 68.3      Cub M	MGO	:                            TONS (use for IGG only)
BALLAST TANK CAPACITY		FRESH WATER CAPACITY	: 876.2 TONS
TOTAL (100%)	: 23,512.1    Cub M	AUX ENGINE	( 4 Units)
MAIN ENGINE (1 Unit)		MAKER	: YANMAR Co.Ltd
MAKER	: HYUNDAI MAN B & W	MODEL NO	: 6N21AL-GW (ID No.9)
MODEL NO	: 6560MC-C8.2	SERIAL NO	: 7743FTS
SERIAL NO	: AA5379	RATE POWER/RPM	: 1020KW/AT 900RPM
RATE POWER/RPM	: 13,800 KW		
HORSE POWER	: 18,500 HP		
MASTER OF VEG. PERTAMINA  Capt. Dasuki NP. 7 4 9 3 5 4			

LAMPIRAN 3

PT. PERTAMINA (PENSERO)  
VLGC, PERTAMINA GAS 2



VESSEL NAME : PERTAMINA GAS 2  
GRT : 48.917 T  
FLAG : INDONESIA

Last Port of Call  
Part of Arrival / Departure

: Teluk Semanggi, Indonesia  
: Teluk Semanggi, Indonesia

CREW LIST

NO	NAME	NO PEK	RANK	PLACE OF BIRTH	DATE OF BIRTH	CERTIFICATE	ISSUED	SEAMEN'S BOOK		PASSPORT		SIGN ON	NATIONALITY
								NO.	EXP	NO.	EXP		
1	SULISTYO ARIWIBOWO	752615	Master	MAGELANG	16-Oct-77	ANT I	2018	F 289173	12-Nov-21	I 5397149	15-Nov-21	16.07.2020	Indonesia
2	ANDRIKA DWICARYO KIDMOLO	749264	Chief Officer	RENDAL	17-Mar-86	ANT II	2017	F 3653166	18-Dec-22	C 7050915	01-Sep-25	22.12.2019	Indonesia
3	DEBI RAMDANI	751575	2nd Officer	SUKABUMI	05-Jun-89	ANT II	2016	F 135128	04-Mar-21	C 7050921	01-Sep-25	22.12.2019	Indonesia
4	NOUR FARIDAH	753536	3rd Officer	KUDUS	27-Aug-92	ANT III	2015	D 064555	22-Apr-22	I 7163445	30-May-22	08.09.2020	Indonesia
5	ALFAN MANTANUNG	10029086	4th Officer	MAKASSAR	06-Jun-21	ANT III	2014	E 102969	12-Jun-21	I 7163398	02-Jun-22	01.02.2020	Indonesia
6	AGUS RIUMANDI	752802	Chief Engineer	PATI	02-Jun-79	ATT I	2014	F 295408	5-Nov-22	C 5945920	28-Oct-24	01.02.2020	Indonesia
7	YUBHI KESAYOND	752824	2nd Engineer	SALATIGA	20-Dec-84	ATT I	2016	F 169101	5-Feb-21	C 5792579	25-Nov-24	31.07.2020	Indonesia
8	BENYOLIAHBE	751573	Gas Engineer	BANTAL	17-Oct-89	ATT II	2016	F 072542	17-Oct-22	C 7050914	01-Sep-25	05.03.2020	Indonesia
9	MONGOUR RONULLO TAMBUNAN	10029583	3rd Engineer	MEDAN	13-Nov-83	ATT II	2015	C 061432	9-Mar-21	C 1470901	24-Sep-23	16.07.2020	Indonesia
10	AGUSMAN AJI	10029140	4th Engineer	PADANG	15-Aug-86	ATT II	2019	F 001161	14-Mar-22	I 3382210	26-Oct-21	18.06.2020	Indonesia
11	SURAHAR	749292	Electrician	SLEMAN	27-Aug-77	ETP	2018	F 004242	27-Mar-22	C 4675704	22-Aug-24	03.09.2020	Indonesia
12	SUBAGYO	50038140	Boatswain	JAKARTA	30-Oct-67	RASD	2017	F 051128	20-Feb-22	C 0750270	09-Jul-23	13.12.2019	Indonesia
13	MULYOONO	10039482	Able Seaman	JAKARTA	24-Aug-75	RASD	2016	D 049720	10-Feb-22	I 3177322	09-Oct-22	18.07.2020	Indonesia
14	TINGGAL ARISONA	10029043	Able Seaman	BANGKALAN	12-Dec-76	RASD	2016	E 048614	6-Jun-23	I 7836339	07-Aug-22	06.03.2020	Indonesia
15	MERRY YASIN	10028332	Able Seaman	JAKARTA	19-Mar-07	RASD	2016	F 291659	6-Nov-22	E 8178327	10-Oct-22	24.11.2019	Indonesia
16	YUSUP	10029646	Ordinary Seaman	BREBES	12-Jun-21	RASD	2017	F 182714	1-Nov-21	E 5135902	24-Oct-21	03.02.2020	Indonesia
17	ROCKY ALFIANDI SAID	10028444	Ordinary Seaman	KUPANG	04-Mar-88	BSY	2016	F 022665	25-Jul-22	C 0750705	19-Jul-23	31.12.2019	Indonesia
18	ABDEL HAMID	10029615	Foreman	JAKARTA	28-Sep-71	BASE	2016	D 016639	24-Oct-21	X 532870	23-Mar-23	31.07.2020	Indonesia
19	ANDI FAHRILAM	10038477	Cannal	CABENGE	04-Feb-78	RASH	2017	F 004652	26-Mar-22	B 7581923	26-Jul-22	13.12.2019	Indonesia
20	ISAMAN	10039591	Officer	JAKARTA	27-Oct-27	RASH	2016	C 082397	7-Aug-21	C 5701952	01-Jul-25	16.07.2020	Indonesia
21	ARFIN	10039223	Officer	BALABATU	02-Oct-01	RASH	2016	D 0095383	7-Oct-21	C 4273333	08-Jul-24	10.06.2020	Indonesia
22	MARYADI	10038991	Officer	JAKARTA	27-Mar-87	RASH	2016	F 208991	14-Mar-22	B 6951436	14-Jul-22	01.02.2020	Indonesia
23	ALIEP REALI	10039397	Cook	5004	01-Apr-86	BSY	2017	C 015034	28-Jul-23	C 1391923	11-Oct-23	05.07.2020	Indonesia
24	MARHIDI	10029606	2nd Cook	KEBUMEN	11-Jun-81	BSY	2020	F 212476	17-Jun-22	C 1282107	07-May-23	16.07.2020	Indonesia
25	RAHMAD SUPRIYADI	10039727	Masbof	BOYOLALI	25-Jun-87	BSY	2016	C 079197	24-Jun-21	C 2071333	19-Mar-26	03.09.2020	Indonesia
26	AIRIN ACYIYANI	10039125	Deck Cook	ONGKINGREJO	20-Feb-99	BSY	2018	F 257825	28-Jun-22	C 3792685	04-Jul-24	30.10.2019	Indonesia
27	SUSKETA SILVA	10039130	Engine Cook	BOJONEGORO	12-Apr-90	BSY	2018	F 041919	9-Jul-22	C 3792783	04-Jul-24	30.10.2019	Indonesia

Teluk Semanggi, 03 September 2020  
Master

Capt. Sulistyono Aji Wibisono  
Np. 750815

Dipindai dengan CamScanner



## LAMPIRAN 5



PT.PERTAMINA ( PERSERO )  
 MAINTENANCE REPORT INERT GAS GENERATOR

TYPE : MOSS INERT GAS  
 Ship's name : VLGC Pertamina Gas 2

YEAR / MON/DAY	DAY	PLACE	MAINTENANCE DONE
12 Nov 2019	Tuesday	At Sea	* Cleaned filter in O2 measuring line * Checked blower IGG * Cleaned Filter in instrument air line * Running IGG
21 Nov 2019	Thursday	At Sea	* Checked Valve Dryer IGG no 503 * Calibration Oxygen Analyzer IGG * Test valve all valve IGG (test Open and Close.)
26 Nov 2019	Tuesday	At Sea	* Repaired & changed soft seal of regulator fuel oil IGG * Cleaned all parts of regulator fuel oil IGG
04 Dec 2019	Wednesday	At Sea	* Test valve IGG * Running IGG for preparation before discharging. * Flushing combustion chamber cooling jacket after stop
09 Dec 2019	Monday	At Sea	* Cleaned sea water nozzle of scrubber * Cleaned demister of scrubber * Running test IGG
18 Des 2019	Wednesday	At Sea	* Cleaned main and pilot burner * Calibration Oxygen Analyzer IGG * Cleaned combustion air filter
27 Dec 2019	Friday	At Sea	* Repaired & changed filter elements of oxygen analyzer * Replaced sensor complete of oxygen analyzer No. 2

Chief Engineer,



Agus Khuamidi  
 Np.752602

Gas Engineer,

M. Fadhli satria  
 Np.754242

## LAMPIRAN 6

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama Lengkap : SUSMITA SILVA|
2. Tempat, Tanggal Lahir : Bojonegoro, 12 April 2000
3. NIT : 541711206436 T
4. Alamat Asal : Perum. Graha Sentosa Jl.



Edelweis RT.01/RW.10 Blok B3 Ds. Tambakromo

Kec. Cepu Kab. Blora.

5. Alamat kost : Jl. Wonodri Baru IV No.15 Semarang Selatan
6. Nama Orang Tua : Alm. Agus Adiprana / Widayati

#### Riwayat Pendidikan

1. SD Dengok II Padangan (2005-2011)
2. SMPN 1 Padangan (2011-2014)
3. SMK Migas Cepu (2014-2017)
4. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang (2017 – sekarang)

#### Pengalaman Praktek/ Prala

Kapal : VLGC Pertamina Gas 2

Perusahaan : PT. Pertamina (Persero) Pertamina Shipping

Alamat : Jl. Yos Sudarso No. 32-34 Tanjung Priok – Jakarta 14320

Indonesia.