KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



SKRIPSI

ANALISIS PROSES *INERTING HOLD SPACE TANK* PADA KAPAL MT.GAS WIDURI

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan

Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV

Oleh :

IQWAL ARICO NUGRAHA

NRP. 15.8554/T

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2019

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	**:**	**IQWAL ARICO NUGRAHA**
NRP	**:**	**15.8554/T**
Program Pendidikan	**:**	**DIPLOMA IV**
Program Studi	**:**	**TEKNIKA**
Judul	**:**	**ANALISIS PROSES *INERTING HOLD SPACE TANK* PADA KAPAL MT.GAS WIDURI**

Jakarta, Juli 2019

Pembimbing I	**Pembimbing II**
PANDE IRIANTO SIREGAR, MM	**FERRY BUDI CAHYONO, ST., MM**
Pembina Utama Muda (IV/c)	**Penata Tk. I (III/d)**
NIP. 19620522 199703 1 001	**NIP. 19810215 200212 1 001**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

NAFI ALMUZANI, M.M.Tr
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720901 200502 1001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	**:**	**IQWAL ARICO NUGRAHA**
NRP	**:**	**15.8554/T**
Program Pendidikan	**:**	**DIPLOMA IV**
Program Studi	**:**	**TEKNIKA**
Judul	**:**	**ANALISIS PROSES *INERTING HOLD SPACE TANK* PADA KAPAL MT.GAS WIDURI**

Jakarta, Agustus 2019

Ketua Penguji	**Anggota**	**Anggota**
M.HASAN HABLI.MM	**DIAH ZAKIAH,MT**	**FERRY BUDI CAHYONO,ST,MM**
Pembina Utama Muda (IV/c)	**Penata Tk.I (III/d)**	**Penata Tk. I (III/d)**
NIP. 19581008 199808 1 001	**NIP. 19790517 200604 2 015**	**NIP. 19810215 200212 1 001**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

NAFI ALMUZANI, M.M.Tr
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720901 200502 1001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

ANALISIS PROSES *INERTING HOLD SPACE TANK* PADA KAPAL MT.GAS WIDURI

Oleh :

IQWAL ARICO NUGRAHA
NRP. 15.8554/T

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2019

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	:	IQWAL ARICO NUGRAHA
NRP	:	15.8554/T
Program Pendidikan	:	DIPLOMA IV
Program Studi	:	TEKNIKA
Judul	:	ANALISIS PROSES *INERTING HOLD SPACE TANK* PADA KAPAL MT.GAS WIDURI

Jakarta, Juli 2019

Pembimbing I

PANDE IRIANTO SIREGAR, MM
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19620522 199703 1 001

Pembimbing II

FERRY BUDI CAHYONO, ST., MM
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19810215 200212 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

NAFI ALMUZANI, M.M.Tr
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720901 200502 1001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	:	**IQWAL ARICO NUGRAHA**
NRP	:	**15.8554/T**
Program Pendidikan	:	**DIPLOMA IV**
Program Studi	:	**TEKNIKA**
Judul	:	**ANALISIS PROSES *INERTING HOLD SPACE TANK* PADA KAPAL MT.GAS WIDURI**

Jakarta, Agustus 2019

Ketua Penguji	Anggota	Anggota
M.HASAN HABLI.MM	**DIAH ZAKIAH,MT**	**FERRY BUDI CAHYONO,ST,MM**
Pembina Utama Muda (IV/c)	**Penata Tk.I (III/d)**	**Penata Tk. I (III/d)**
NIP. 19581008 199808 1 001	**NIP. 19790517 200604 2 015**	**NIP. 19810215 200212 1 001**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

NAFI ALMUZANI, M.M.Tr
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720901 200502 1001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas berkat dan karunia-Nya sehingga dengan seizin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulisan skripsi ini merupakan suatu kewajiban bagi setiap Taruna Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta untuk menyusun skripsi yang telah ditentukan oleh institusi, sebagai salah satu persyaratan kelulusan program D-IV tahun ajaran 2018/2019.

Penulisan ini didasarkan pada pengalaman yang penulis dapatkan selama menjalani praktek laut (Prala) di MT.GAS WIDURI, dengan jenis kapal *Liquified Petroleum gas (LPG)* serta didukung oleh kritikan-kritikan dari dosen dan pembimbing. Penulis sangat berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan terutama dibidang pelayaran, tidak hanya dalam ruang lingkup pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu pelayaran tetapi juga dimanapun ilmu pengetahuan itu berkembang. Adapun judul yang dipilih mengenai:

"ANALISIS PROSES *INERTING HOLD SPACE TANK* PADA KAPAL MT.GAS WIDURI"

Susunan penulisan telah dibuat sedemikian rupa dan menggunakan kata-kata yang sederhana agar pembaca dapat dengan mudah memahami maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini. Namun hal ini tidak menutup kemungkinan terjadi kesalahan-kesalahan di dalam penulisan skripsi ini, oleh sebab itu penulis memohon maaf atas segala kekuranganya.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga atas dukungan serta bimbingan yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan, yaitu kepada Yth:

1. Capt. Marihot Simanjuntak, MM. selaku Ketua STIP Jakarta.
2. Nafi Almuzani M.MTr selaku Ketua Jurusan Teknika.
3. Mohamad Ridwan,MM. selaku Sekertaris Jurusan Teknika.
4. Pande Irianto S Siregar,MM. selaku Dosen Pembimbing Materi.
5. Ferry Budi Cahyono, ST.,MT. selaku Dosen Pembimbing Penulisan.
6. Seluruh dosen, staf pengajar, instruktur dan pembimbing, atas segala ilmu dan pengetahuan yang telah diberikan selama melaksanakan pendidikan di STIP Jakarta.

7. Ibuku tercinta Suryani dan bapak Suparno, adiku Arisky yang selalu menyemangati dan mendoakan agar skripsiku cepat selesai dan menjadi anak yang berbakti kepada ibu dan bapak .
8. Teman-teman seangkatan LVIII, yang selalu untuk menolong saya ketika saya mempunyai masalah dan selalu bersama selama menjalani pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.
9. Teman-teman water team LVIII, Kornelius Phelipe Purba, Luis Nigel Gandum, Fauzan Dhimas Kusyono, Antoni Tarigan, Khoeron Antofanie, Raihan farid zulfahmi,Alifudin malik abdul aziz, Muhammad Adham Pangestu,Doni Satria, Ferdy Crishtian yang selalu ada dari saya catar sampai sekarang saya mau wisuda semoga kebersamaan kita akan tetap terjalin sampai kapanpun.
10. Teman-teman Teknika officer plus LVIII yang selalu bersama dari kita catar sampai sekarang, semoga kita menjadi orang-orang besar dinegara yang besar ini .
11. Taruni Fitria Rasdiana Nindyaningrum yang selalu menjadi penyemangat saya untuk menyelesaikan skripsi ini dan semoga tetap menjadi penyemangat dihari-hari berikutnya.
12. Adik-adik water team yang selalu menolong dan membantu saya ketika saya butuh maupun saya tidak butuh Rian Faturahman 59, Ivan Iskandar 60, Indriyanto 60, Salman Nabil 60, Rudes Pranoto 60, Jules Kosasih 61,Muadz faruqi 61.
13. Teman-teman Ponpes Ar-rahman dan guru saya kang Rohim yang telah mendoakan saya diterima menjadi taruna di Sekolah Tinggi lmu Pelayaran Jakarta.
14. Seluruh crew MT.Gas Widuri yang telah menerima saya menjadi cadet selama 1 tahun dan mengajari saya tentang banyak ilmu kehidupan .
15. PT. Pertamina Shipping Jakarta, yang memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan Praktek Kerja Laut di kapal MT.Gas Widuri.

Kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan bantuan baik secara moral dan material hingga terselesainya skripsi ini.

Semoga ALLAH SWT mengganti segala amal perbuatan baiknya dengan balasan yang lebih baik. Besar harapan penulis sehingga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, terlebih didalam dunia maritime. Akhirnya penulis menyadari sepenuhnya bahwa

skripsi ini masih terdapat kekurangan, maka dari penulis sangat mengharapkan tanggapan dan saran dari semua pihak guna menambah wawasan ilmu yang berguna nantinya.

Jakarta, … Juli 2019

Penulis,

IQWAL ARICO NUGRAHA

NRP. 15.8554/T

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL DALAM i

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI ii

TANDA PENGESAHAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vii

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR TABEL x

DAFTAR SINGKATAN xi

DAFTAR LAMPIRAN xii

BAB I : PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Identifikasi Masalah 2

C. Batasan Masalah 3

D. Rumusan Masalah 3

E. Tujuan dan Manfaat Penelitian 3

F. Sistematika Penulisan 4

BAB II : LANDASAN TEORI 5

A. Tinjauan Pustaka 5

B. Kerangka Pemikiran 32

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN 34

A. Waktu dan Tempat Penelitian 34

B. Metode Pendekatan dan Teknik Pengumpulan Data 35

C. Subjek Penelitian 41

D. Teknik Analisis Data 41

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN 42

A. Deskripsi Data 42

B. Analisis Data 45

C. Alternatif Pemecahan Masalah 56

D. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah..... 59

E. Pemecahan Masalah 60

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN..... 62

A. Kesimpulan 62

B. Saran..... 63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Halaman

1. Gambar 2.1 *Inert gas generator* dan komponen..... 10

2. Gambar 2.2 Penampang *Scrubber Unit*..... 12

3. Gambar 2.3 Penampang *deck water seal.*……..…..13

4. Gambar 2.4 Penampang *air drying system*..... 14

5. Gambar 2.5 *Chiller* / Kondensor IGG..... 15

6. Gambar 2.6 *Fully pressure ships*..... 16

7. Gambar 2.7 Semi *Refrigerated Ships*..... 17

8. Gambar 2.8 Semi *Pressurized / Fully refrigerated ship*..... 17

9. Gambar 2.9 *Fully refrigerated LPG Ships*..... 18

10. Gambar 2.10 *Ethylene ships*.....18

11. Gambar 2.11 *LNG ships*.....19

12. Gambar 2.12 *Tanki Independen type A*.....20

13. Gambar 2.13 *Tanki Independen type B*.....20

14. Gambar 2.14 *Tanki Independen type C*.....21

15. Gambar 2.15 Tanki tipe membran pada LNG.....21

16. Gambar 2.16 Tanki tipe integral membran pada LNG.....22

DAFTAR TABEL

Halaman

1. Tabel 2.1 Komposisi Gas Lembam pada tanki muatan..... 9

2. Tabel 2.2 batas terbakar dari uap bahan bakar minyak dalam udara..... 25

3. Tabel 2.3 Komponen dan Batas – batas yang dapat terbakar dari campuran Hydrokarbon..... 26

4. Tabel 4.1 Hubungan tekanan gas dengan suhu di dalam tanki..... 47

5. Tabel 4.2 *Maintenance component inert gas systems*..... 54

DAFTAR SINGKATAN

CCR : *Cargo Control Room*

ECR : *Engine Control Room*

IGS : *Inert Gas System*

IGG : *Inert Gas Generator*

IMO : *International Maritime Organization*

MFO : *Marine Fuel Oil*

MT : *Motor Tanker*

PLC *: Programmable Logic Controllers*

SOLAS : *Safety Of Life At Sea*

LPG : *Liquified Petroleum Gas*

LNG : *Liquified Natural Gas*

RCA : *Root Cause Analysis*

PMS : *Plan Maintenance System*

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Kondisi silica gel yang kotor dan yang sudah bersih.

Lampiran 2 : Kondisi temperature *Air Dryer System* yang bermasalah dan kondisi temperatur *Dew Point* yang bermasalah.

Lampiran 3 : Kondisi keadaan *demister* sebelum dan sesudah dilakukan perawatan.

Lampiran 4 : *Inerting lay out* sebelum dilakukan perawatan dan pembersihan pada komponen IGG dan silika gel.

Lampiran 5 : *Inerting Lay out* sesudah dilakukan perawatan dan pembersihan pada komponen IGG dan silica gel.

BAB I
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia akan barang dan jasa, dibutuhkan proses transportasi untuk memindahkan barang dan jasa dari suatu tempat ke tempat lain. Salah satu jenisnya adalah transportasi laut yang menggunakan kapal laut sebagai alat angkut yang penting dan efisiensi karena dapat mengangkut muatan dalam jumlah yang besar dan lebih ekonomis.

Kapal laut memiliki ukuran dan desain yang berbeda berdasarkan jenis muatan yang diangkutnya. Salah satunya adalah kapal *gas tanker* atau kapal muatan gas cair, yaitu kapal yang mempunyai fungsi atau desain khusus untuk mengangkut muatan gas dalam bentuk cair, baik itu *Liquefied Natural Gas (LNG)* maupun *Liquefied Petrolium Gas (LPG).* Kapal *gas tanker* adalah sebuah kapal yang di lengkapi suatu sistem water spray yang tetap (*fixed*) untuk keperluan pencegahan kebakaran. *Water spray* ini meliputi *Cargo Tank Domes*, area tanki muatan diatas dek, area *Manifold*, bagian depan akomodasi, area *Control room* menghadap ke area muatan dan sebagainya.

Pada setiap kapal *tanker* selalu ada ruang antara permukaan bahan bakar dengan dinding bagian atas tanki, yang disebut dengan rongga tanki. Rongga tanki ini memiliki faktor resiko yang tinggi dan memerlukan perlakuan khusus karena bersifat mudah terbakar atau *flammable.* Artinya kalau ada sumber api didalam ruang tersebut, maka akan mudah terbakar, karena pada tempat tersebut ada unsur - unsur terjadinya kebakaran, yaitu berupa bahan yang mudah terbakar,oksigen dan panas yang terkandung dalam udara (21%) berdasarkan *journal of maritime research,Inert gas production : N2 Plant Vs Conventional Plant vol XII. No II (2015) pp 11-18 ISSN:1697-4040, www.jmr.unican.es*

Berbicara tentang kebakaran, Sesuai peraturan yang tertuang dalam amandemen *SOLAS reg I-2/4.5.5 International Maritime Organization (IMO)* bahwa kadar oksigen

di dalam rongga tanki tidak boleh lebih dari 8% dalam volume dan harus pada tekanan positif. Dalam peraturan ini, tentu erat juga kaitanya dalam membahas dampak yang bisa terjadi setelah kebakaran, diantaranya pencemaran di laut akibat tumpahan minyak yang ditimbulkan, kerugian material yang ditimbulkan, bahkan hilangnya nyawa sebagai aset yang tak ternilai. Untuk mencegah terjadinya hal - hal tersebut, maka perlu dilakukan berbagai cara yang efektif dan efisien berdasarkan *e-journal* widya eksata *inert gas system* kapal motor tanker volume 1 nomor 1 september 2015.

Maka berdasarkan dari fakta dan uraian tersebut, penulis tertarik untuk mengangkat dan meneliti masalah tersebut dan berusaha untuk memaparkannya serta menuangkannya dalam suatu skripsi dengan judul :

"ANALISIS PROSES *INERTING HOLD SPACE TANK* PADA KAPAL MT.GAS WIDURI "

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Identifikasi masalah berdasarkan pengamatan dan penemuan penulis pada saat proses *inerting* pada *hold space tank* dengan menggunakan sistem gas lembam diatas kapal MT.GAS WIDURI adalah sebagai berikut :

1. Meningkatnya *dew point* (titik embun) yang tinggi pada *inert gas generator* sehingga kurang maksimalnya gas lembam yang dihasilkan pada saat proses *inertin.*
2. Tidak berfungsinya ADS *(air dryer system)* dengan optimal sesuai *set point* yang telah ditentukan.
3. Kurangnya keterampilan dan pemahaman awak kapal tentang fungsi dari *inert gas generator* tersebut.
4. Keterlambatan dalam pengiriman dan penyedian suku cadang di atas kapal.

C. BATASAN MASALAH

Berdasarkan pemaparan berbagai masalah pada latar belakang dan identifikasi masalah sebelumnya serta luasnya permasalahan yang harus dibahas, maka perlu dilakukan pembatasan masalah pada :

1. Meningkatnya *dew point* (titik embun) yang tinggi pada *inert gas generator* sehingga kurang maksimalnya gas lembam yang dihasilkan pada saat proses *inerting.*
2. Tidak berfungsinya ADS *(air dryer system)* dengan optimal sesuai *set point* yang telah ditentukan.

D. RUMUSAN MASALAH

Dalam pembahasan skripsi ini penulis merangkum perumusan masalah sebagai langkah awal yang perlu diambil, agar pembahasan lebih terfokus pada solusi yang diharapkan dapat menyelesaikan masalah, adapun rumusan masalah antara lain :

1. Mengapa terjadi peningkatan *Dew Point* pada saat proses *inerting* ?
2. Bagaimana cara mengoptimalkanya kinerja dari ADS sehingga *set point* yang telah ditentukan tercapai.

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan penelitian

Berikut ini akan penulis sampaikan beberapa tujuan yang menjadi acuan diadakannya penelitian atau penyusunan skripsi ini. Adapun tujuan dari skripsi ini adalah :

a. Untuk mencari solusi terjadinya peningkatan *Dew Point* pada saat proses *inerting.*
b. Untuk memberikan pengetahuan tentang cara mengoptimalkan kinerja dari ADS sehingga *set point* yang telah ditentukan tercapai.

2. Manfaat penyusunan skripsi

Manfaat dari kita mengetahui pengoperasian dan perawatan *inert gas generator* secara baik dan benar mengikuti prosedur yang ada adalah :

a. Manfaat secara teoritis
   1) Menambah wawasan dan pengetahuan bagi pembaca dalam hal melakukan perawatan dan pengoperasian *inert gas generator.*
   2) Menjadi salah satu bahan acuan bagi peneliti dalam melakukan penelitian tentang perawatan dan pengoperasian *inert gas generator* di masa datang

b. Manfaat secara praktis

Anak buah kapal mampu dan disiplin dalam melakukan perawatan dan pengoperasian peralatan *inert gas generator* .

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan skripsi ini diuraikan dalam sistematika yang tepat, agar pembaca dapat mengikuti alur penyajian dan pemahamannya dalam sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan ini penulis mencoba menguraikan secara umum tentang latar belakang dari masalah, tujuan dan manfaat peyusunan skripsi penelitian rumusan masalah, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Landasan teori didalam penulisan skripsi ini berisikan tentang hasil penelitian yang telah penulis lakukan diatas kapal, tinjauan pustaka, kerangka pemikiran dan hipotesis.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dibahas tentang waktu dan tempat penelitian, metode pendekatan, teknik pengumpulan data, subjek penelitian, teknik analisis data

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas tentang deskripsi data, analisis data, alternatif pemecahan masalah, evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab kelima ini menguraikan tentang kesimpulan yang berisi hasil dari keseluruhan masalah dan pemecahan masalah skripsi serta saran-saran yang diberikan oleh penulis sebagai suatu masukan yang diharapkan berguna dalam penyelesaian masalah.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini memaparkan tentang istilah – istilah dan teori – teori yang relevan didalam pengoperasian *Inert Gas generator*, hal ini bertujuan untuk mempermudah pembaca dalam memahami isi dari skripsi ini, maka pustaka yang diambil adalah dari beberapa referensi buku – buku yang mendukung untuk penyelesaian masalah, terutama masalah pengoperasian *Inert Gas generator* untuk kelancaran pembersihan pengoperasian muatan dan pembersihan tanki muatan.

1. Kadar oksigen di dalam tanki muatan melebihi batas maksimum yang diizinkan

   Inert Gas System dan *inert gas generator* adalah suatu sistem yang memanfaatkan gas buang dari *boiler* atau dari ruang bakar sendiri yang dimasukkan ke dalam tangki muatan dan tangki *hold space* untuk mengurangi atau menurunkan konsentrasi oksigen dalam tangki sehingga mencegah kemungkinan terjadinya ledakan atau kebakaran dalam tangki muatan. *Inert gas system* diterapkan pada kapal *tanker* pengangkut minyak mentah yang umumnya memiliki *flash point* diatas 60^{o} C dan memiliki deadweight diatas 20.000 ton. (IGS by IMO, 1990 : 4)

   Alasan utama menggunakan gas buang dari *boiler* atau ruang bakar adalah Kadar oksigen dalam gas tersebut cukup rendah. Jika *boiler* atau ruang bakar terpelihara dengan baik dan pembakaran sempurna akan didapatkan kadar oksigen dalam gas sekitar 3% - 4% dan bahkan bisa turun sampai 2%. Dibandingkan dengan gas buang dari mesin diesel kadar dalam gas buangnya cukup tinggi.

Pemakaian inert gas pada waktu kapal sedang memuat, membongkar muatan, *oil washing* dan *ballasting* dimana pada waktu itu umumnya kapal berada di pelabuhan dimana *boiler* dijalankan untuk pemompaan, sedangkan mesin penggerak utama tidak dijalankan. (Modul-3 *Inert Gas System* by badan diklat, 2000). Jadi prinsip dasar IGG adalah mempertahankan kadar oksigen yang rendah dalam tangki sehingga tidak memungkinkan terjadinya ledakan atau kebakaran (IGS by IMO, 1990 : 4).

2. Pengertian Gas

Gas adalah zat ringan yang sifatnya seperti udara sedangkan gas yang dicairkan adalah gas alam yang dicairkan dengan proses distilasi bertingkat sehingga mudah diangkut (Kamus Besar Bahasa Indonesia, Edisi Keempat, Department pendidikan nasional).

3. Pengertian LPG (*Liquified Petroleum Gas*)

LPG *(Liquified Petroleum Gas)* adalah gas minyak cair campuran butane, propane dan hidrokarbon ringan lain diperoleh dari pengilangan minyak mentah, pada temperatur normal gas tetapi dapat didinginkan atau dipadatkan dengan tekanan untuk difasilitasi dalam penyimpanan dan pengangkutan (Kamus istilah tanker, Capt. Suwadi, M.mar 249).

LPG *(Liquified Petroleum Gas)* juga pada umumnya didefinisikan sebagai Propane , butane dan campuran propane/butane dalam bentuk cair. Cairan – cairan ini tidak berwarna, tidak menimbulkan karat, tidak beracun tetapi sangat mudah terbakar (Gas Tanker Familiarization , Badan Diklat Perhubungan tahun 2000).

Dua sumber utama LPG adalah :

a. Dengan memperoleh gas alam yang asam, basah yang diperoleh dari ladang- ladang gas atau minyak. Baik LPG maupun cairan gas alam dikeluarkan dari gas alam dengan cara ini.
b. Dengan proses minyak mentah dan produk yang bersangkutan pada pabrik/penyulingan minyak, karena itu LPG merupakan hasil sampingan dari proses penyulingan minyak mentah.

LPG harus dimurnikan dengan jalan mengeluarkan unsur - unsur belerang dan kemudian gas nya dikeringkan. LPG biasanya terdapat dalam tekanan (*Pressurised form*) dan biasanya dipasarkan secara lokal di dalam silinder bertekanan atau di dalam tanki kecil bertekanan. LPG seperti propane dan butane

dapat membentuk hidrat dalam kondisi suhu dan tekanan tertentu dengan adanya air dalam tanki. Air ini mungkin terdapat dalam LPG karena ketidakmurnian atau dapat juga terdapat pada dinding tanki yang berkarat.

4. Pengertian Proses

   Proses adalah runtunan perubahan (Peristiwa) untuk diperkembangkan menjadi sesuatu. Proses juga berarti rangkaian tindakan perbuatan atau pengolahan yang menghasilkan produk (Kamus Besar Bahasa Indonesia, Pusat Bahasa, Edisi Keempat, Departemen Pendidikan Nasional : 1106).

   Dengan demikian proses merupakan suatu runtunan perubahan yang saling terkait antar satu sama lain untuk diperkembangkan dan mengubah dari masukan menjadi keluaran

5. Pengertian *Inerting*

   Inerting adalah kadar O_2 dalam tanki dengan jalan memasukan gas lembam atau *Inert gas* ke dalam tanki (*Inert gas System and Crude Oil Washing* : 27).

   Inerting adalah memasukan gas lembam untuk mencapai suatu kondisi dimana kandungan oksigen melalui atmosfir tangki telah berkurang 8% atau kurang oleh volume dengan penambahan *gas inert* (*Inert gas system*, 1990 Edisi : 4).

   Inerting adalah suatu atmosper dibuat tidak mampu terbakar dengan mengisi gas lembam dan menghasilkan pengurangan seluruh oksigen untuk mengurangi kandungan oksigennya agar tidak lebih dari 8% volumenya (Kamus istilah *tanker* : 218). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proses *inerting* adalah proses memasukan gas lembam ke dalam tanki untuk mengurangi kadar oksigen agar mencapai 8% dari volumenya.

6. Pengertian *Inert gas*

   Inert gas adalah suatu gas atau campuran - campuran gas, sebagai gas buang yang berisi tidak cukup oksigen untuk memperkuat/menunjang pembakaran hidrokarbon (Kamus istilah tanker : 218).

   Inert gas merupakan campuran gas dengan kadar oksigen rendah yang tidak cukup memperkuat pembakaran hidrokarbon (IGS edisi 1990: 2). Maka dapat disimpulkan *inert gas* adalah gas atau campuran gas yang tidak mengandung cukup oksigen untuk mendukung pembakaran hidrokarbon.

Dalam buku *Inert gas System and Crude Oil Washing* (Ir. Pieter Batti) menjelaskan komposisi dari gas buang adalah :

- *Carbon dioxide* (CO_2) : Kadarnya 12% - 14 ½ %
- *Oxygen* (O_2) : Kadarnya 2 ½ % - 4 ½ %
- *Sulphur dioxide* (SO_2) : Kadarnya 0,02 % - 0,03 %
- *Nitrogen* (N_2) : Kadarnya 77 %
- *Hydrocarbon* : Kadarnya 5%
- *Carbon Monoksida* (CO) : Kadarnya 0,1 %
- *NOX* : Kadarnya 0,04 %
- Kotoran dan Abu : Kadarnya kurang lebih 150 MG/M3

Sifat dan alasan menggunakan kandungan zat zat tersebut antara lain :

a. *Carbon dioxide* 13 % yaitu gas yang tidak perlu diragukan karena walaupun beracun. Jika dimasukan dalam tanki maka tidak akan membantu adanya *combustion* dan menimbulkan karat.

b. *Oxigen* 4% yaitu sudah jauh dibawah batas *Flammable*, bisa diterima untuk mengurangi pembentukan segitiga api.

c. *Nitrogen* 77% yaitu gas yang tidak akan mempengaruhi kondisi atmosfir dalam tanki untuk mengurangi munculnya *flammable*.

d. *Sulphur dioxide* 0,3% yaitu sifatnya *Carrosive dan Toxic*, gas yang menyebabkan pembentukan karat.

e. *Hydrocarbon* 5% by volume yaitu sifatnya inert bisa diterima karna kadar gas ini cukup rendah.

f. *Carbon monoxide* 0,1 % juga kadarnya rendah maka bisa di abaikan.

g. NOX 0,04% sifatnya toxic dan bisa diabaikan karena kadarnya rendah.

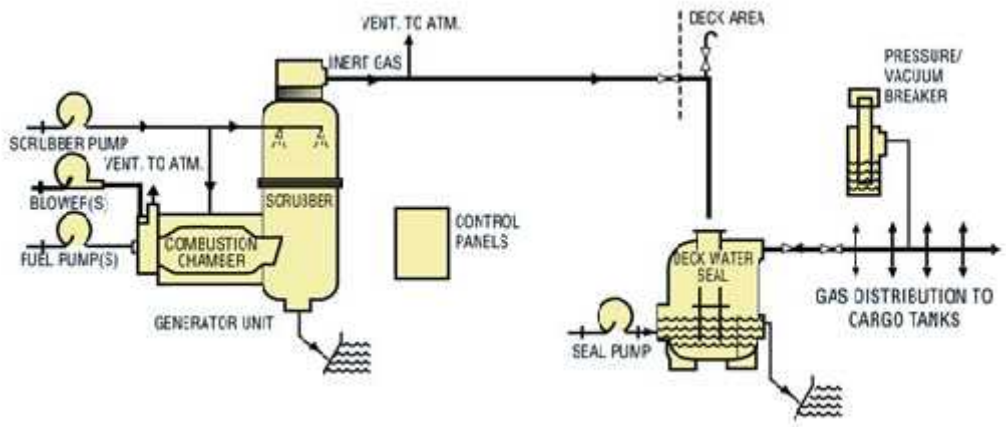
Tabel 2.1

Komposisi Gas Lembam pada tanki muatan

Komponen	Inert gas dengan stoichiometric combustion (menurut perhitungan)	Gas buang dari boiler utama swing absorbtion (Psa)	Nitrogen hasil destilasi atau dari pressure
Nitrogen (N_2)	85%	83%	99,9%
Carbon dioxide (CO_2)	14%	13%	1 Ppm
Carbonmonoxide (CO)	0,2%	Ada	1 Ppm
Oxygen (O_2)	0,3%	4%	4 Ppm
Sulphur dioxide (SO_2)	<10%	300 Ppm	-
Oxides of Nitrogen (NO_x)	3 Ppm	Ada	-
Water Vapour (H_2O)	Ada	Ada	5 Ppm
Ash and soot (C)	Ada	Ada	-
Dewpoint	-50^0C	Mungkin tinggi bila tidak kering	$<-70^0$C
Density (Udara 1,00)	1,035	1,004	0,9672

Sumber : Badan diklat perhubungan , 2000 : 26

7. Inert Gas Generator dan komponennya.



Gambar 2.1

***Inert Gas Generator* dan Komponen**

a. *Inert Gas Generator*

Suatu mesin yang digunakan untuk menghasilkan *flue gas* dengan menggunakan bahan bakar yang dipompa dari tanki bahan bakar dan digerakan oleh listrik melalui filter dan pengatur tekanan hingga ke *Pilot burner* dan *Main burner* atau pembakar utama ke ruang bakar mesin tersebut.

Pada pembakar terdapat unit pembakar minyak cangkir putar yang terpasang pada pembakaran, *terdiri dari pilot burner, Ignition Transformator, Photocell Flame detector dan port* penglihatan visual. Sistem kerjanya pembakaran ini yaitu *Rotary Cup Burner – Fuel* dibawa ke *Rotary Cup Burner* dan dituangkan ke dalam cangkir yang berputar dengan kecepatan tinggi. Gaya sentrifugal menyebarkan minyak bakar ke dalam cangkir secara seragam dan membentuk film tipis pada suhu 90^0C. Film minyak ini secara insentif tertiup angin putar balik udara bertekanan tinggi yang dipasok oleh *Nozzle* udara utama dicangkir keliling sehingga bisa di automisi dan dibuatkan semprotan sudut. Kipas udara utama menarik udara dari pembuangan kipas udara sekunder. Udara sekunder yang merupakan udara pembakaran juga didistribusikan secara merata oleh kotak angin dan dipasok kedalam *Burner*, digerakan register udara sekunder yang terletak secara melingkar. *Nozzle* utama akan mencampur dengan baik oleh partikel minyak. Pengapian dari minyak ini yang dipasok oleh *perisai cup rotari*

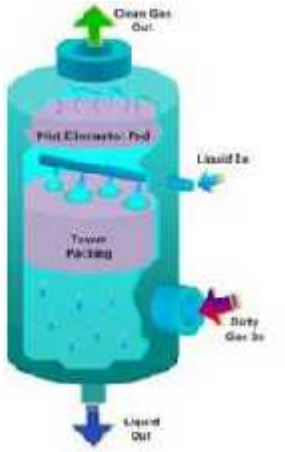
dengan nyala api dari jenis senjata yaitu *pilot burner* dengan solar. Automis oleh pembakar cangkir *rotary* ini dibuat dikeliling cangkir *Rotary*, jadi tekanan bahan bakar minyak tidak perlu diwajibkan menjadi partikel minyak yang tinggi. Aliran bahan bakar minyak ke pembakar utama dan *pilot burner* akan dikendalikan oleh *Selenoid*. Dan pembakar pilot ini akan dinyalakan oleh tegangan tinggi percikan listrik.(Ir. Pieter Batti , *Inert Gas system and Crude Oil washing*)

b. *Oxygen Analyser*

Oxygen analyzer berfungsi untuk secara tetap mengontrol kualitas dari *inert gas* dan mempertahankan konsentrasi oksigen (O2) dalam gas tersebut dibawah batas yang telah di tentukan yaitu dibawah 8%. Jadi normalnya *oksigen analyzer* ini dipasang tetap (*Fixed*) guna mengontrol dan memberikan alarm kalau konsentrasi oxygen nya bertambah diatas batas yang telah di tentukan. Demikian juga *oxygen analyzer* untuk tanki tanki muatan bisa dipindahkan harus ada monitor konsentrasi oksigen dalam *COT (Cargo oil Tank*) setiap saat.

c. *Inert Gas scrubber*

Alat ini memiliki fungsi utama untuk mengeluarkan kotoran kotoran seperti abu dan endapan – endapan (*Ash and Soot*) dari *flue gas* untuk dijadikan *inert gas* selain itu sebagai tempat mendinginkan *flue gas* tersebut sampai 5^0C diatas temperatur air laut serta mengeluarkan gas SO_2 dengan air laut dimana kurang 90% gas ini harus dikeluarkan. Alat ini bentuknya seperti tabung segi empat dan di buat " *Mild Stelel Plate* " dan harus sanggup untuk memproduksi *inert gas* sesuai kebutuhan tanki muatan serta sloops tank dan bagian dalamnya dilapisi anti karat seperti umpamanya *Highly Anti Corrosive* untuk mencegah terjadinya korosi karena air laut dan gas H_2SO_3.



Gambar 2.2

Penampang *scrubber unit*

d. *Demister Separator*

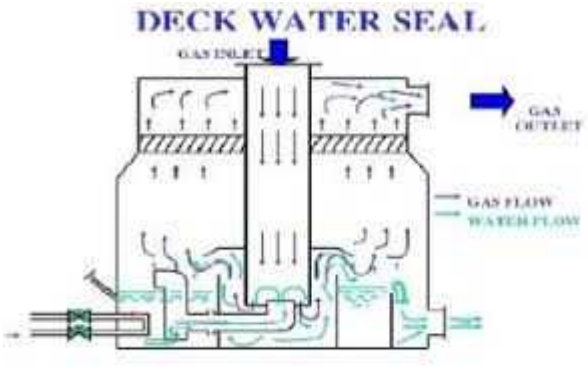
Fungsi utama alat ini adalah sebagai penyaring gas yang sudah dicuci dan didinginkan di *scrubber* masuk ke demister dimana masih ada sisa – sisa partikel dan *liquid* terutama air. Dengan melalui *demister*, kurang lebih 96% dari solid/partikel dan air dapat dikeluarkan sehingga *inert gas* yang akan dimasukan ke dalam tanki muatan sudah cukup bersih dari kotoran-kotoran dan uap air, bentuknya ada *demister* yang langsung dipasang dibagian *scrubbe*r terdiri dari lapisan - lapisan bahan seperti *Vinyl* yang dapat menyerap air dan sisa - sisa abu yang ada dalam gas. Biasanya dibuat dari *Mild Steel* terdiri dari kipas berbentuk *ring* untuk menghisap gas masuk, *Conical separating Chamber* diruangan dimana air dan partikel dipisahkan dari gas (berputar seperti per atau helical).

e. *Inert Gas Blower*

Gas yang sudah bersih akan dihisap dari *scrubber* melalui *demister* kemudian di alirkan ke tanki - tanki dengan blower maka dari itu *blower* dan *fan* ini berfungsi sebagai pompa penghantar *inert gas* ke dalam tanki muatan dan *slop tank*. Pada *blower* ini memiliki *fan* dimana *fan* yang digunakan adalah *type centrifugal single stage* yang di lengkapi dengan *Stop backward blade impeller.*

f. *Deck Water Seal*

Alat ini berfungsi untuk mencegah terjadinya aliran blaik (*Feed Back*) dari gas *Hydrocarbon* sebagai akibat aliran balik dari tanki muatan dan untuk mencegah tekanan balik dari muatan yang akan masuk ke dalam pipa *Inert Gas* jika tanki di isi terlalu penuh. *Deck water Seal* dibuat sedemikian rupa sehingga *Inert Gas* dapat mengalir dengan bebas ke tanki terutama jika *Inert Gas* diberhentikan sementara karena suatu sebab.



Gambar 2.3

Penampang *deck water seal*

g. *Control System*

Alat ini berfungsi untuk mengontrol bekerjanya alat - alat *Inert Gas* dengan baik dan normal juga agar memberikan tanda alarm jika terjadi hal - hal yang tidak normal seperti temperatur gas terlalu tinggi, Tekanan *Inert Gas* rendah, aliran air laut ke *scruber* atau *deck seal* terlalu rendah, air dalam *scruber* permukaannya terlalu tinggi ataupun blower (*Fan*) bekerjanya kurang baik.

h. *Deck Mechanical Non Return Valve dan Isolating Valve*

Alat ini berfungsi sebagai pencegah kebocoran gas *Hydrocarbon* sebagai akibat dari *Back Flow* dari tanki muatan dan juga untuk mencegah tekanan balik dari *cargo* (*liquid*).

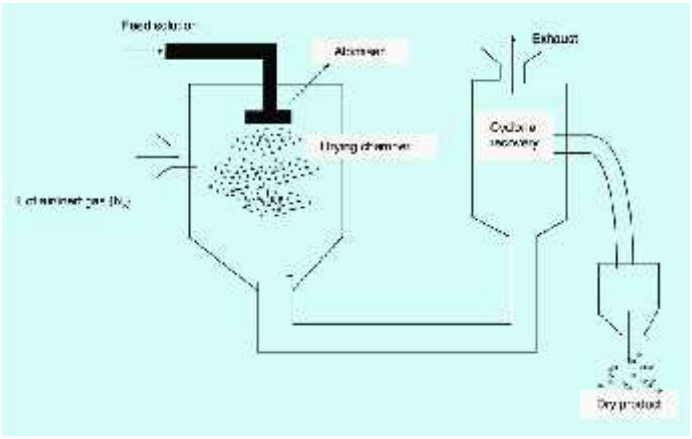
i. *Mast Riser*

Alat ini berfungsi sebagai tempat memasang *Safety Valve* dan juga berfungsi sebagai pembuang gas teruatama sewaktu *loading* dan *gas freing* yang biasa disebut *Inert Gas Vent Valve*. *Valve* ini harus dibuka jika *Inert Gas Plan* tidak

bekerja untuk mencegah kemungkinan kebocoran gas yang disebabkan oleh tekanan yang semakin tinggi dalam tanki melalui alat-alat *Non return devices.*

m. *Air Dryer*

Alat ini digunakan untuk mengeringkan Gas yang masih terdapat kandungan air yang keluar dari *Chiller* dimana terdapat *Silica gel* yang menyerap udara tersebut. Dalam pengering udara digunakan untuk menghilangkan uap air dari udara bertekanan. Pengering udara umumnya ditemukan diberbagai fasilitas industri dan komersial. Proses kompresi udara mengkonsentrasikan kontaminan atmosfir, termasuk uap air. Hal ini meningkatkan titik embun *(Dew Point)* terkompresi relatif terhadap udara atmosfir bebas dan menyebabkan kondensasi karena udara bertekanan mendingin.



Gambar 2.4

Penampang *air drying system*

n. *Chiller* / Kondensor

Dalam *Inert gas generator*, alat ini berfungsi untuk mendinginkan gas yang telah dihasilkan oleh pembakaran dari *scrubber* atau *Inert gas generator* sehingga gas yang dikeluarkan telah turun temperaturnya.



Gambar 2.5

***Chiller* / Kondensor IGG**

p. *Program Logical control*

Pada *Inert Gas system* proteksi sepenuhnya dikontrol oleh PLC untuk memberikan keuntungan sebagai berikut :

- Tingkat Stabilitas operasi yang sangat tinggi.
- Untuk memantau dan pengendalian proses pembakaran yang memungkinkan *gas Inert* yang tinggi dengan kadar jelaga yang rendah.
- Mengontrol untuk tidak adanya kegagalan sistem yang menimbulkan titik nyala api.
- Sebagai akses penuh untuk pemantauan / pengendalian jarak jauh terhadap Inert gas Generator.

8. Pengertian Kapal *tanker*

Dalam buku “Penanganan dan Pengaturan Muatan“ (Capt.Arso Martopo,2009:29) Kapal *tanker* adalah kapal dengan tanki – tanki yang tertata secara integral maupun terpisah yang digunakan untuk mengangkut minyak curah, cairan kimia, gas cair dan sebagainya.

Kapal *Tanker* adalah sebuah kapal yang dirancang untuk mengangkut muatan minyak bumi cair dalam curah, termasuk suatu angkutan kombinasi ketika digunakan untuk tujuan ini (Capt. Suwadi M.Mar, Kamus istilah tanker : 421).

Kapal gas *tanker* adalah sebuah kapal yang di lengkapi suatu sistem *water spray* yang tetap (*Fixed*) untuk keperluan pencegahan kebakaran. *Water spray* ini meliputi *Cargo Tank Domes*, area tanki muatan diatas dek, area *Manifold*, bagian depan akomodasi, area *Control room* menghadap ke area muatan dan sebagainya (Badan Diklat perhubungan , 2000:14).

dengan demikian Kapal gas *tanker* adalah kapal dengan tanki- tanki yang tertata untuk mengangkut gas cair yang dilengkapi suatu sistem *water spray* tetap untuk pencegahan kebakaran.

Dalam Buku "Kapal dan Muatannya" (Capt. Istopo 1976:238), sesuai dengan jenis muatannya, kapal *tanker* dapat dibagi dalam 3 kategori yaitu :

a. CARRIERS, yaitu yang dipakai untuk angkutan minyak mentah.
b. BLACK – OIL PRODUCT CARRIERS, yaitu kapal *tanker* yang mengutamakan mengangkut minyak hitam seperti : MDF (*Marine Diesel Fuel Oil*) dan sejenisnya
c. LIGHT – OIL PRODUCT CARRIERS, yaitu yang sering mencapai angkut minyak petroleum bersih seperti Kerosene, Gas, RMS (*Reguler Mogas*) dan sejenisnya.

9. Dalam buku Gas Tanker Familiarizaition, Badan Diklat Perhubungan tahun 2000:60, Tanker gas dapat dikelompokan dalam enam tipe yang berbeda menurut muatan yang diangkut serta kondisi pengangkutannya, yaitu :

   a. Fully Pressure Ships

   Kapal yang paling sederhana dalam sistem tanki muatannya, kapal ini menggunakan tanki Independent tipe C. Kapal ini didesain dengan tekanan 17,5 Barg setara dengan tekanan gas dari propane pada suhu 45^0C.



Gambar 2.6

Fully pressure ships

b. Semi *Refrigerated Ships*

Kapal dengan menggunkaan tanki tipe C dimana tekanan tanki didesain dengan tekanan 5- 7 Barg dan diutamakan untuk pengangkutan LPG.



Gambar 2.7

Semi *Refrigerated Ships*

c. Semi *Pressurized / Fully refrigerated ship*

Kapal yang menggunakan tanki tipe C dan pada tanki terbuat dari baja yang baik tahan tehadap suhu rendah mencapai -48^{0}C dan cocok untuk mengangkut LPG dan muatan gas kimia.



Gambar 2.8

Semi *Pressurized / Fully refrigerated ship*

d. *Fully refrigerated LPG Ships*

Kapal yang digunakan untuk mengangkut LPG dan Ammonia dalam jumlah yang besar, Kapal ini menggunakan tanki tipe A yang mempunyai tekanan kerja 0,7 Barg. Tanki juga di bangun untuk menahan suhu yang rendah saat proses memuat yaitu -48^{0}C, biasanya kapal ini berukuran untuk memuat sekitar 10.000 sampai 100.000 m^3



Gambar 2.9

Fully refrigerated LPG Ships

e. Kapal *Ethylene*

Kapal yang menggunakan tanki tipe C dan cenderung digunakan untuk pengangkutan khusus berkisar antara 1.000 sampai 30.000 m^3 . ethylene biasanya diangkut dalam keadaan didinginkan pada titik didih dengan tekanan atmosphere -140^0C.



Gambar 2.10

Ethylene ships

f. Kapal LNG

Kapal yang digunakan untuk mengangkut LNG dalam jumlah besar pada titik didih dalam tekanan atmosfir -160^0C. Kapal kapal ini biasanya kapasitasnya antara 120.000 sampai 130.000 m^3. Tanki yang digunakan biasanya tipe membrane.



Gambar 2.11

LNG ships

10. Pengertian Tanki

    Tanki adalah wadah tempat menyimpan (menimbun) air, minyak tanah dan sebagainya yang terbuat dari logam (Kamus Besar Bahasa Indonesia, Edisi keempat, Departement pendidikan nasional : 1298).

    Dalam istilah tanker, tanki muatan adalah suatu kompartemen dalam area muatan dimana boleh diisi dengan muatan atau hanya dengan air ballast, tanki juga merupakan suatu ruangan tertutup dimana dibentuk oleh bangunan permanen sebuah kapal dan dimana telah dirancang untuk pengangkutan ciran dalam bentuk curah (Kamus istilah Tanker : 416). Maka bisa disimpulkan tanki muatan adalah suatu bangunan ruangan tertutup diatas kapal yang digunakan untuk menyimpan muatan atau air ballast.

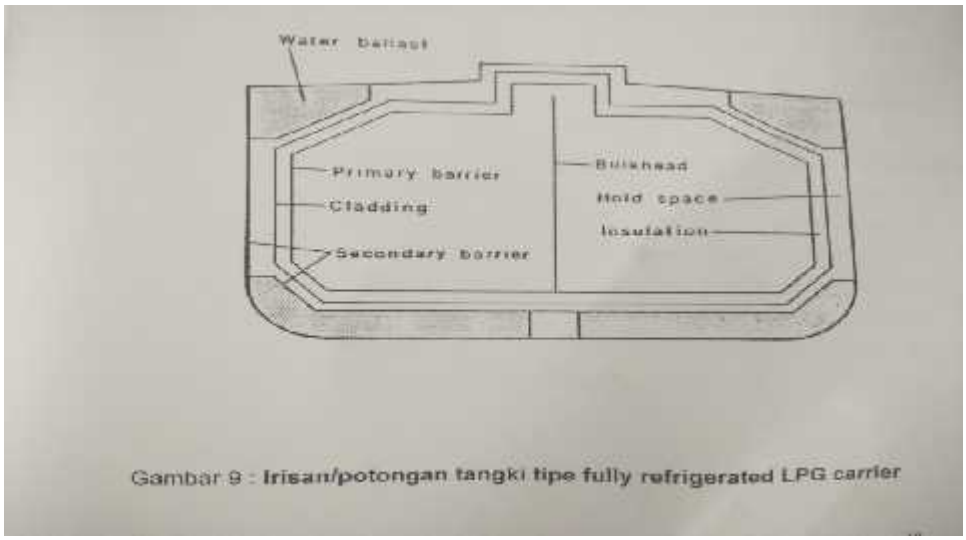
11. Gas tanker familiarization, Badan Diklat Perhubungan tahun 2000 menuliskan bahwa dalam kapal tanker gas tanki dapat dibedakan menjadi 5 yaitu :

    a. Tanki muatan tipe Independent.

       Tanki muatan tipe Independent adalah tipe tanki muatan terpisah dalam arti tidak menjadi satu dengan Badan (*Hu*) kapal dan tidak merupakan penguat dari badan kapal tersebut. Berdasarkan tipe tekanannya, tanki ini dibedakan menjadi tiga yaitu :

       1).Tanki Independen tipe A

          Tanki yang dibangun dalam permukaan datar dengan tekanan maksimum ruangan gas sebesar 0,7 Barg, berarti muatan yang diangkut adalah kondisi didinginkan penuh pada tekanan atmosfir atau mendekati tekanan atmosfir (Biasanya dibawah 0,25 Barg).

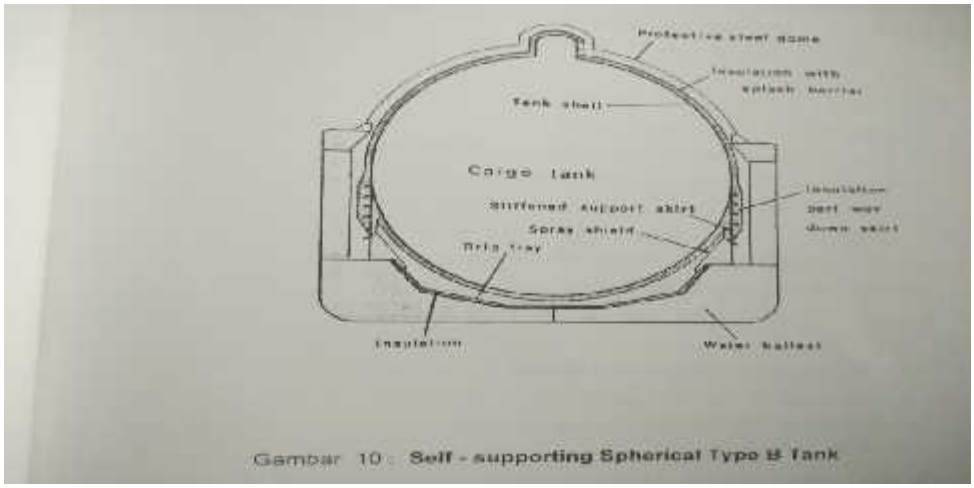


Gambar 2.12

Tanki Independen type A

2).Tanki Independen tipe B

Tanki yang sama seperti tipe A yaitu tekanan 0,7 Barg hanya saja tanki ini berbentuk seperti bola.

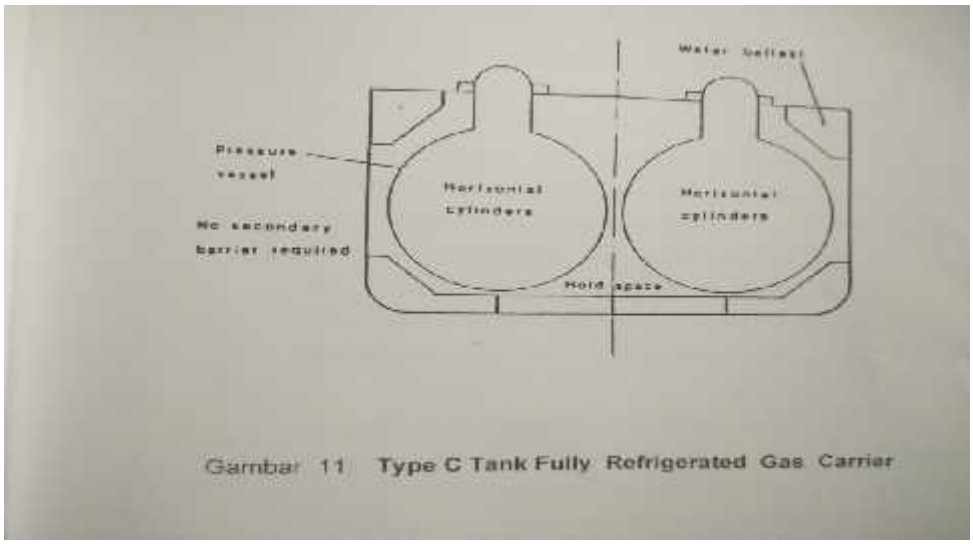


Gambar 2.13

Tanki Independen type B

3).Tanki independent tipe C

Tanki tanki yang biasanya berbentuk bola atau silinder dengan tekanan yang didesain untuk tekanan gas lebih dari 2 Barg.

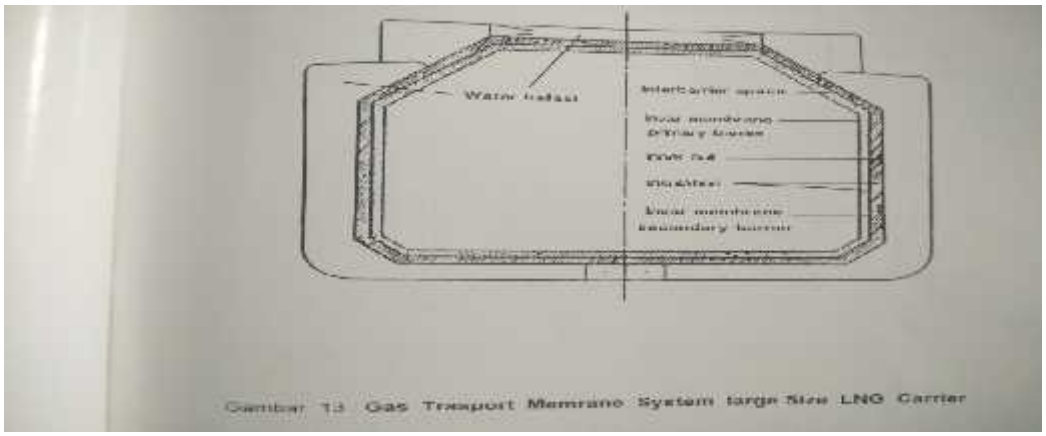


Gambar 2.14

Tanki Independen type C

b. Tanki muatan tipe Membrane.

Tanki tipe membran yaitu tanki yang merupakan penyangganya merupakan bagian dari kapal yang menjadi penyangga beban muatan.



Gambar 2.15

Tanki tipe membran pada LNG

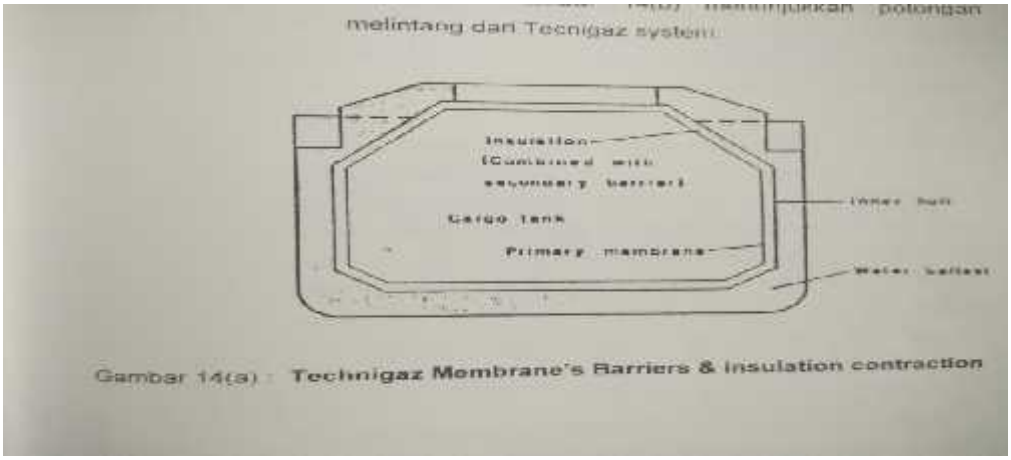
c. Tanki muatan tipe Semi Membrane

Tanki semi membrane yaitu tanki yang pada keadaan muat dimana tekanan cairan (hydrostatis) dan gas yang bekerja diteruskan melalui isolasi panas ke bagian dalam badan kapal, bagian sudut tanki didisain sedemikian rupa sehingga dapat menampung pemuaian dan konstaksi. Tanki muatan semi membran pada mulanya dibuat untuk pengangkutan LNG namun belum ada tanki LNG yang

telah dibangun mengikuti desain ini tapi untuk LPG telah ada dan sama menggunakan pendinginan penuh / Full refrigrated sama dengan tanki Independent type A, (Badan Perhubungan 2000 : 56).

d. Tanki muatan tipe Integral

Tanki tipe Integral yaitu tanki yang yang tidak di perkenankan membawa muatan dengan suhu dibawah -10^0C, biasanya dikhususkan untuk mengangkut *Butane.* Tanki ini merupakan bagian struktural dari badan kapal dan dipengaruhi dengan jalan yang sama dan oleh muatan yang sama memberi tekanan pada badan kapal.



Gambar 2.16

Tanki type integral membran pada LNG

12. *Dew Point*

Menurut Nova Kurniawan dalam jurnalnya mengatakan bahwa *Dew Point* adalah titik embun udara artinya suhu di mana udara mulai mengembun menimbulkan titik-titik air. *Dew Point* -20 degC artinya udara hanya akan mengembun menjadi air ketika suhu turun menjadi -20 degC. Titik-titik air tidak akan timbul jika suhunya masih di atas -20 degC.

(https://novakurniawan.wordpress.com/2011/05/21/temperature-dew-point-saturation/)

Titik embun *Hydrocarbon* adalah suhu (pada tekanan yang diberikan) dimana komponen *Hydrocarbon* dari campuran gas yang mengandung banyak hydrokarbon seperti gas alam akan mulai mengembun dari fase gas. (wikipedia.co.id//titikembunhirokarbon) Dengan demikian bahwa *Dew Point* adalah titik embun dimana pada suhu udara akan menimbulkan titik - titik air sesuai dengan temperatur disekitarnya.

2.1. Teori

Melihat dari konstruksi kapal *gas tanker* yang didesain sedemikian rupa, dengan memuat muatan yang mudah menyala bahkan bisa meledak dan karena adanya gas dari penguapan yang terjadi secara terus menerus dan dapat menimbulkan ledakan,maka diciptakanlah *Inert Gas System* (sistem gas lembam) sebagai salah satu upaya untuk mencegah terjadinya kebakaran atau ledakan pada tanki muatan.

Inert Gas System adalah suatu sistem yang dirancang sedemikian rupa untuk mencegah terjadinya kebakaran atau ledakan di dalam tanki kapal dengan cara memasukan gas lembam (yang kadar oksigennya rendah) ke dalam tanki hingga mencapai suatu tekanan tertentu.

Pada *inert gas sytem*, media yang digunakan adalah campuran gas – gas yang diambil dari gas buang ketel uap *(boiler flue gas)* atau *Inert Gas Generator* yang mengandung kadar oksigen *(O_2)* yang rendah, pada suatu tekanan tertentu *inert gas* ini akan menekan keluar semua gas *Hydrocarbon* yang timbul dari muatan itu sendiri dimana nantinya *inert gas* ini dapat menutupi semua permukaan daripada muatan tersebut sehingga hal ini dapat mencegah timbulnya kebakaran *(ignition)* atau ledakan didalam tanki muat, kemungkinan kebakaran didalam tanki akan kecil sekali, ini dikarenakan kadar oksigen dalam *inert gas* tersebut rendah.

Ketika dilakukan upaya menurunkan kadar oksigen didalam tanki agar dapat rendah volumenya, tentunya tujuan dari membatasi oksigen tersebut itu sendiri adalah agar isi tanki tidak mudah terbakar pada saat pengiriman, bongkar muatan atau pembersihan tanki. Jika tidak tercapai kondisi tersebut, maka kapal tidak diperbolehkan melakukan pembongkaran muatan atau pembersihan tanki.

Dikapal Motor tanker Gas Widuri yang biasanya beroperasi membawa 5000 CubM Ton *Propane* dan 5000 CubM Ton *Butane* dengan maksimal batas angkut 17.000 CubM berjenis *full refrigated* yang mempunyai kapasitas angkut 22,675.80 CubM dan *DWT* 17.400 Ton serta memiliki 6 tanki muatan. 3 tanki muatan pada sisi kiri (*portside*) kapal dan 3 tangki muatan disisi kanan (s*tardboard*) maka sesuai ketentuan perusahaan dalam pembahasan *Critical Safety Criteria* yang menjelaskan bahwa *Inert gas System* secara keseluruhan harus berfungsi dengan baik (kapal >20.000 GT) tentunya salah satu perlengkapan kapal untuk mencegah terjadinya kebakaran pada tanki muatan yaitu *Inert Gas System* harus terawat dan teratur dalam pelaksanaan

pengoperasiannya. Dengan Buatan *Hamworty* tipe *MOSS INERT GAS* (*typical gas compotion*) dan *Fuel Oil Nozzle* bertipe *High Presure Automising, Inert Gas system* berkapasitas 2000 Nm^3/h yang digunakan untuk *Gas Carrier* ini, peralatan tersebut dapat melakukan suatu proses pencegahan kebakaran tersebut, yakni proses *Inerting.*
Proses *Inerting* adalah suatu proses memasukan gas lembam (udara kering) ke tanki muatan untuk mencapai kondisi dimana kandungan oksigen di seluruh tanki muat telah berkurang sampai 8% atau kurang volumenya. Proses *inerting* pada tanki muat harus dilakukan secara terus – menerus sampai oksigen didalam tanki berkurang dibawah batas ambang bahaya. Biasanya konsentrasi oksigen dibawah 8% cukup untuk mencegah terjadinya kebakaran. *Inerting* juga harus dilakukan pada pipa – pipa dan peralatan seperti *Cargo compressor*. Proses *inerting* dari peralatan *reliquefaction* bisa dilakukan dengan *Gas Inert* yang ada di tanki muat, *Inert Gas* dari tanki muat dihisap oleh *Cargo compressor* dan dikembalikan lagi ke tanki muat melalui saluran *top spray* dan *bottom line* sebagai *Inert Gas* panas.

Berikut ini merupakan uraian singkat mengenai proses terjadinya gas lembam :
Gabungan antara uap bahan bakar dan udara didalam *Inert gas generator* atau boiler kapal. *Nitrogen* merupakan unsur utama dari udara, tidak mempunyai pengaruh apapun dalam proses pembakaran. Karena itu bekas – bekasnya tidak berubah. Sedangakan *Oxygen* bergabung dengan semua unsur pokok dari bahan bakar seperti dengan *Hydrogen, Carbon dan sulfur* yang berbentuk kotoran menghasilkan uap air, *carbon dioxyde* dan *Sulfur dioxyde.* Beberapa bagian *Oxygen* akan dipakai untuk berekasi dan karena itulah masih ada sisa *Oxygen* dan selanjutnya *Flue gas* tersebut diturunkan suhunya, dibersihkan dalam *Scrubber* sehingga terbentuklah gas lembam.
Dalam buku " *Inert gas system and Crude Oil washing*" Karangan Ir pieter Batti menjelaskan bahwa nyala api tidak akan terjadi kalau campuran *Oxygen* dan gas *hydrocarbon (Fuel)* tidak terdapat dalam daerah *Flamable* atau *Explosive*. Bagian terbawah atau yang biasa disebut "*Lower Flamable*" kalau kadar konsentrasi gas *Hydrocarbon* dibawah batas ini tidak akan dapat menimbulkan kebakaran dan keadaan ini "*too Lean*" atau konsentrasi gas terlalu rendah untuk bisa terbakar.

Batas teratas disebut "*Upper Flamable*". Demikian juga kalau konsentrasi gas *Hydrocarbon* diatas batas ini maka juga tidak dapat menimbulkan kebakaran dan keadaan ini disebut "*Too rich"* atau konsentrasi gas terlalu tinggi untuk bisa terbakar.

Flamable limit untuk gas *hydrocarbon* dari bermacam macam jenis minyak atau petrolium berbeda-beda. batas tersebut antara 1 ½ % sampai 10% *Hydrocarbon* gas by volume. Sebagai gambaran berikut ini diberikan batas batas terbakar darin uap BBM dalam udara .

Tabel 2.2

batas terbakar dari uap bahan bakar minyak dalam udara

Hydrocarbon	% dari volume batas yang dapat terbakar	
	Lower	Upper
Methane	5,3	14,0
Ethane	3,0	12,5
Propane	2,2	9,5
Butane	1,9	8,5
Pentane	1,2	7,8
Hexane	2,4	7,5
H_2S	4,3	45,0

Kadar *Oxygen* dalam udara segar adalah 21% dan kalau kadar *Oxygen* dikurangi menjadi dibawah 10% maka sudah tidak cukup untuk menimbulkan nyala api *(Ignition*). Sebab itu untuk menjadikan *Tanki Cargo* jadi *inerted* atau lembam dimasukan *Inert gas* kedalam tanki tersebut sampai dibawah batas kadar *Oxygen* yang dapat membantu menimbulkan kebakaran atau ledakan. Maka diambillah keputusan bahwa batas yang aman dimana *Tanki cargo* disebut *Inerted* kalau kadar *Oxygen* dibawah 8% by Volume.

Tabel 2.3

Komponen dan Batas – batas yang dapat terbakar dari campuran Hydrokarbon

Hydrocarbon	Membongkar muatan		Mencuci	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
	% volume atas dasar udara bebas			
Methane	25	20	6	5
Ethane	22	18	11	9
Propane	30	30	26	23
Butane	16	20	27	28
Pentane	6	8	18	20
Hexane	1	4	12	15
Volume dalam udara				
Batas bawah	2,6	2,4	1,9	1,8
Batas atas	10,6	10,0	8,9	8,7

Selain dihasilkan dari gas buang boiler, suatu gas lembam juga dapat dihasilkan dari suatu alat yang dapat menghasilkan gas lembam dengan sendirinya, alat ini disebut dengan *Inert Gas Generator*. *Inert Gas Generator* adalah suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan *Inert Gas* untuk menjalankan *Inert Gas Distribution System. Inert Gas Distribution System* adalah semua pemipaan, katup – katup dan pemasangan sejenis untuk menyalurkan gas lembam dari penempatan gas lembam pada *tanki* muatan, artinya melepas gas – gas ke atmospfir untuk mencegah tekanan dan vakum yang berlebihan didalam *tanki – tanki* (Kamus istilah Tanker : 218, Capt. Suwadi M.mar)

Pada alat ini, hampir seperti cara pembakaran pada boiler biasa, minyak untuk bahan bakar di pompa dari tanki bahan bakar dengan pompa yang digerakan oleh listrik melalui filter dan pengatur tekanan terus ke *Pilot Burner dan Main Burner* atau pembakar utama. Disamping itu udara yang dibutuhkan untuk pembakaran dimasukan dengan kipas angin positif yang juga dijalankan oleh tenaga listrik. Bahan bakar minyak dan udara tercampur dengan perbandingan yang sesuai dibagian atas dari ruang pembakaran dimana tempat tempat tersebut terjadi pembakaran secara otomatis.

Api pembakaran akan turun kebawah dan gas yang di produksi akan mengalir ke samping terus keatas melalui media pendingin air yang terdapat disekeliling ruang pembakaran tersebut. *Inert gas* ini akan didinginkan dengan cara kontak langsung dengan air. Air ini juga akan mendinginkan dinding ruang pembakaran dan sangat membantu untuk menghindari jangan sampai banyak gas s*ulphur* terbentuk pada waktu pembakaran sebab itu untuk keperluan kapal – kapal *Tanker* dimana air pendingin ini digunakan air laut maka dinding dari ruang pembakaran atau *Combustion chamber* dan dinding luarnya harus terbuat dari bahan yang tahan karat untuk melindungi dari akibat akibat yang disebabkan oleh air laut yang disekelilingnya. Keuntungan menggunakan *Inert gas generator* ini adalah cara pemeliharaannya lebih sederhana dan murah serta disaat melakukan pemeliharaan dan perbaikan tidak perlu membuka alat – alat utama dari *Inert gas generator* ini.

Ketika diadakan nya *Inert gas system* diatas kapal, maka susunan peralatan peralatan *Inert gas* tentunya sudah dibuat sedemikian rupa. Peralatan-peralatan yang digunakan untuk *Inert Gas Plant,* dimana dalam proses dan hasil produksi seperti *Scrubber, Fan, Blower* dan lain lain telah diletakan didaerah yang tidak berbahaya atau Non Hazardous Area yakni dibelakang daerah *Pump Room* atau kamar pompa muatan kearah kamar mesin, sedangkan peralatan yang digunakan untuk distibusi *Inert gas* ke dalam *Tanki* muatan diletakan atau dipasang pada daerah berbahaya atau *Hazardous Area*

Maksud dari pembagian peralatan pada daerah ini adalah untuk keselamatan dimana peralatan – peralatan untuk *Inert gas plant* tersebut mempunyai potensi untuk menimbulkan panas atau sumber api yang akan sangat berbahaya apabila ditempatkan didaerah berbahaya diatas kapal Tanker. (Inert gas System and Crude Oil washing : 83). Dalam pemilihan peralatan untuk perawatannya, tentunya setiap awak kapal harus mengerti faktor – faktor yang menyebabkan mengapa harus ada perawatan khusus terhadap bagian bagian dari komponen *Inert gas* tersebut. Memang banyak dari ABK yang telah berkonsentrasi penuh untuk dirinya dalam proses bongkar muatan, perbaikan–perbaikan dan pemeliharaan pada peralatan-peralatan kapal lainnya.namun hal tersebut bukan berarti suatu alasan pokok sehingga para ABK tidak mengerti bagaimana hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan peralatan yang di gunakan.

Salah satu komponen yang ada pada *Inert gas system* dan cukup penting serta harus mendapatkan perawatan yang khusus adalah *Air dryer unit system*. Alat ini digunakan untuk mengeringkan Gas yang masih terdapat kandungan air yang keluar dari *Chiller* dimana terdapat *Silica gel* yang menyerap udara tersebut.pada perawatan *silica gel* diperlukan suatu sistem untuk menjaga *silica gel* agar bisa berfungsi dengan baik dalam jangka waktu yang lama, sistem ini dinamakan *Re – Generasi Silica Gel. Re generasi* adalah pergantian alat yang rusak atau jaringan sel dengan yang baru. Dalam sistem ini maksud dari Re – generasi adalah proses pengeringan *silica gel* dengan udara yang memiliki temperatur tinggi (udara ini dihisap oleh *blower* kemudian masuk ke *Heater* lalu sampai ke *Air dryer*) dengan maksud mengeringkan *silica gel* agar kandungan air yang tersimpan didalam *silica gel* tersebut hilang. Pada proses Re-generasi ini bisa dilakukan saat sistem *Inert gas* sedang beroperasi ataupun tidak beroperasi. Pada saat beroperasi, proses *Re- generasi* akan berlangsung secara otomatis artinya saat *Air dryer system* unit 1 sedang beroperasi , maka *PLC (Program Logical control)* akan mengatur *valve* pada *Air dryer system* no 2 untuk Proses Re – generasi, begitupun sebaliknya apabila *Air dryer system* no 2 sedang beroperasi maka *Air dryer system* unit no 1 akan *ter Re – generasi* sendiri sesuai program yang telah dijalankan oleh *PLC (Program logical Control).* Sedangkan apabila saat *Inert gas system* tidak beroperasi maka bisa menggunakan *blower* dan *Heater* sebagai alat untuk re-generasi, pada proses ini *Blower* akan menghisap udara luar masuk ke *heater*, ketika masuk di *heater* udara akan dipanaskan menjadi temperatur yang tinggi kemudian masuk ke *air dryer* dan keluar ke atmosfir.

Dalam sistem *Inert gas,* gas lembam yang dihasilkan oleh *Inert gas generator* dimana gas lembam tersebut telah didinginkan oleh *Chiller* unit akan masuk ke *Air dryer* system. Proses masuknya gas lembam menuju *Air dryer system* bertujuan untuk mengeringkan atau menyerap lebih lanjut kadar air dan oksigen yang masih terdapat pada gas lembam. Kadar air dan oksigen yang terdapat pada gas lembam setelah keluar dari *Chiller* unit harus di turunkan kembali sesuai ketentuan yang telah di tetapkan, hal ini bertujuan sebagaimana bahwa proses *inerting* dilakukan yaitu sebagai pengurang kadar oksigen didalam tanki agar tidak terjadi segitiga api.

Dalam proses *Inerting* pun tentu ada ketentuan – ketentuan pada komposisi dari gas buang yang dipakai untuk *Inert Gas* tersebut, yakni :

- *Carbon dioxide (CO2)* 12% - 14,5%

- *Oxygen (O2)* 2,5% - 4,5%
- *Sulphur dioxide (SO2)* 0,02% - 0,07%
- *Nitrogen (N2)* 77%

Selain ada ketentuan pada komposisi, tentunya masih banyak ketentuan – ketentuan pada proses *inerting*, salah satunya pun temperature titik embun gas lembam yang di *supply* adalah -40^0C. (*dew point*) Titik embun adalah suhu udara yang harus didinginkan agar menjadi jenuh dengan uap air. Bila didinginkan lebih lanjut, uap air di udara akan mengembun membentuk air cair (embun). Bila udara mendingin sampai titik embunnya melalui kontak dengan permukaan yang lebih dingin daripada udara, air akan mengembun di permukaan. Titik embun kadang disebut titik beku saat suhu di bawah titik beku. Pengukuran titik embun berhubungan dengan kelembaban. Titik embun yang lebih tinggi berarti akan ada lebih banyak kelembaban di udara.

Proses *Inerting* tanki muatan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara seri dan pararel. Namun seringnya cara yang dipakai pada proses *Inerting* yaitu mode seri, ini dikarenakan walaupun tidak bisa hemat dalam efisiensi waktu tetapi proses *Inerting* pada masing masing tanki tidak terselesai dalam waktu bersamaan dan hal inipun dapat memudahkan pengecekan dalam tanki ketika selesai proses *Inerting*.

Karena pentingnya *inert gas system* bagi keselamatan kapal, maka penggunaan sistem ini ditekankan dalam *Regulation 62 Chapter* II-2 dari *Solas Consolidated 2009*, dan peraturan – peraturan serta kegunaan sistem ini disempurnakan lagi dalam konvensi Internasional London mengenai *Tanker Safety And Pollution Prevention (TSPP) Protocol 1978*. Dan sebagai tambahan baru *Regulation 62.1* mensyaratkan bahwa *inert gas system (IGS)* harus direncanakan, dibangun dan diujikan sesuai ketentuan – ketentuan dan memenuhi peraturan *IMO*, maka negara – negara yang bersangkutan dimana kapal didaftarkan atau *Register* harus mengontrol pelaksanaanya.

Dalam pengoperasiannya, tidak dapat dipungkiri banyak terjadi kesalahan – kesalahan yang tentu saja dapat membahayakan. Hal ini dikarenakan pada *crew* dan *officer* di atas kapal kurang menguasai pengetahuan akan *IGS*. Untuk meminimalisir kesalahan – kesalahan tersebut, maka pengoperasian *IGS* harus dilakukan secara aman dan efisien.

Pengetahuan dan pemahaman dipandang perlu bagi perwira dan *rating* yang bekerja di atas kapal gas tanker untuk betul – betul menegerti dan memahami cara pengoperasian *IGS* yang aman dan efisien. Selain itu, meningkatkan kedisiplinan bagi perwira dan

rating diperlukan untuk menumbuhkan keberhasilan dalam pengoperasian *IGS* yang aman dan efisien.

Dalam buku *"Inert Gas system dan Crude Oil Washing : 19"* Karangan Ir Pieter Batti mengatakan bahwa waktu yang paling berbahaya dan sering terjadi kecelakaan atau indikasi kebakaran selama kapal *Tanker* beroperasi adalah sewaktu

1). *Tank Cleaning* untuk keperluan *Clean Ballast* atau perbaikan
2). *Loading* atau *Discharge* dari *Cargo* (muatan)

Berdasarkan pernyataan tersebut maka tiga unsur yang dapat menyebabkan kebakaran pada suatu tempat secara bersamaan baru bisa terjadi kalau memenuhi persyaratan segitiga api / *Fire triangle* yaitu :

1). *Source of Ignition* – Asal dari percikan api / sumber api
2). *Fuel* atau panas – dalam hal ini, *Hydrocarbon* yang memenuhi persyaratan
3). *Oxygen* yang cukup untuk menimbulkan kebakaran.

Apabila salah satu dari ketiga unsur ini tidak ada atau tidak memenuhi persyaratan dalam jumlah atau kadarnya maka tidak akan menimbulkan kebakaran.

Karena perlu sedikit pengetahuan, maka mengenai sumber penyalaan *(Source Of ignition)* yang ada pada umumnya diatas kapal *Tanker* ada beberapa bagian penyebabnya diantaranya adalah :

1). Nyala api terbuka
   a. Merokok, Pada waktu berlayar dianjurkan pada ruangan yang telah ditentukan. Nahkoda akan menetapkan dimana merokok diperbolehkan, jangan sekali kali merokok diluar atau digeladak terbuka.
   b. Korek api gas, alat untuk membakar rokok ini tidak di ijinkan dibawa kekapal jika korek api gas terjatuh diatas dek maka korek api itu bisa bekerja menimbulkan api.
   c. Korek api (geretan), anda hanya harus menggunakan korek api dari kayu dan gunakan yang berlabel (*Safety Matche*) .
2). Partikel – partikel yang terbang, jelaga dari *funnel* ketika melakukan *shot blow* (meniupkan jelaga keluar dari *funnel*), percikan api dari pengelasan dan pemotongan bahan.

3). Percikan – percikan api dari sumber sumber mekanis dan pergesekan (alat alat perkakas tangan). Perkakas tangan yang terbuat dari logam dapat menimbulkan bunga api akibat gesekan atau saling berbenturan satu sama lain.

4). Senter (*flashlight*), Lampu lampu senter (*Baterry*) dapat menyebabkan bunga api ke uap yang mudah terbakar. Lampu lampu senter yang digunakan harus memakai dari bahan yang terbuat khusus artinya lampu jenis ini kedap terhadap gas dan air.

5). Perlengkapan *domestik*, semua peralatan listrik dan lampu-lampu harus selalu diperiksa apakah terjadi konsleting atau tidak.

6). Antena radio *Transmitter*, Pemakaian pemancar radio dalam frekuensi tinggi (300 KHz – MHz). Karena disekitar antena terdapat gas *Hydrocarbon*, karena gelombang radio dapat berubah menjadi potensi listrik.

7). Alluminium, artinya jangan sekali kali menyeret aluminium atau metal metal yang ringan sepanjang deck/ geladak karena gesekan dapa menimbulkan percikan api.

8). Petir/ Halilintar yang terjadi selama hujan

9). Listrik statis, yaitu pada prinsipnya dari bahaya elektrotatis menimbulkan bahaya kebakaran dan ledakan pada waktu penanganan minyak bumi dan operasi kapal tanker dengan tidak ada pengecualian.

Pengalamaan telah membuktikan bahwa manusia telah bersusah payah umtuk membatasi *source of ignition* untuk dihilangkan dari *fire triangle* dalam pengoperasian tanker namun tidak pernah berhasil (Inert Gas System and Crude Oil washing : 19) Untuk pernyataan diatas, Dalam keadaan inilah peranan inert gas system sangat dibutuhkan, sesuai dengan definisi *Inert Gas system* yaitu suatu sistem dengan memasukan gas lembam atau inert yang biasanya sisa dari pembakaran boiler atau *inert gas generator* ke dalam tanki muat untuk mendesak udara terutama *Oxygen* keluar dari dalam *tanki* sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran atau ledakan dalam *tanki* muat tersebut.

Ledakan tidak akan terjadi pada tanki muatan kapal *Tanker* yang telah lembam atau Inerted dengan baik. Karena campuran – campuran gas tidak akan terbakar apabila

1). *Hydrocarbon* konsentrasinya terlalu tinggi atau terlalu rendah

2). *Oxygen* konsentrasinya terlalu rendah

3). Dengan memasukan gas lembam tersebut kedalam *tanki* yang kosong atau sedang dicuci (*Tank cleaning*)

Jadi prinsip kerja dari pemakaian sistem gas lembam ini pada kapal *Tanker* adalah untuk menjaga agar udara yang berada didalam rongga tanki menyimpan minyak memiliki kandungan oksigen (O_2) maksimum 8% dan memiliki tekanan positif (diatas tekanan atmosfir). Cara untuk menjaga agar kandungan oksigen rongga udara diatas minyak rendah yaitu dengan cara mendorong udara tersebut dengan gas lembam. *Purging* pada tanki – tanki muatan yang kosong dengan maksud menggantikan campuran *hydrocarbon* gas dengan *Gas Inert* agar bisa mengurangi konsentrasi atau kadar *Hydrocarbon.* Dalam ketentuan inert gas bahwa yang penting untuk dikeluarkan dari *Inert Gas* adalah gas *SO_2, Shoot and ash* dan temperatur diturunkan (didinginkan)

Gas Sulphur dioxide (SO_2) harus dapat dikeluarkan dari *Inert Gas* paling kurang 90% karena gas ini larut dalam air maka untuk mengeluarkan *flue gas* dari boiler dialirkan melalui air sambil mendinginkan atau menurunkan temperatur dari *flue gas* tersebut. $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$ sifatnya *Corrrosive* dapat dikeluarkan bersam- sama air pencuci tadi / *Effluente* (Badan Diklat Perhubungan 2000 : 30)

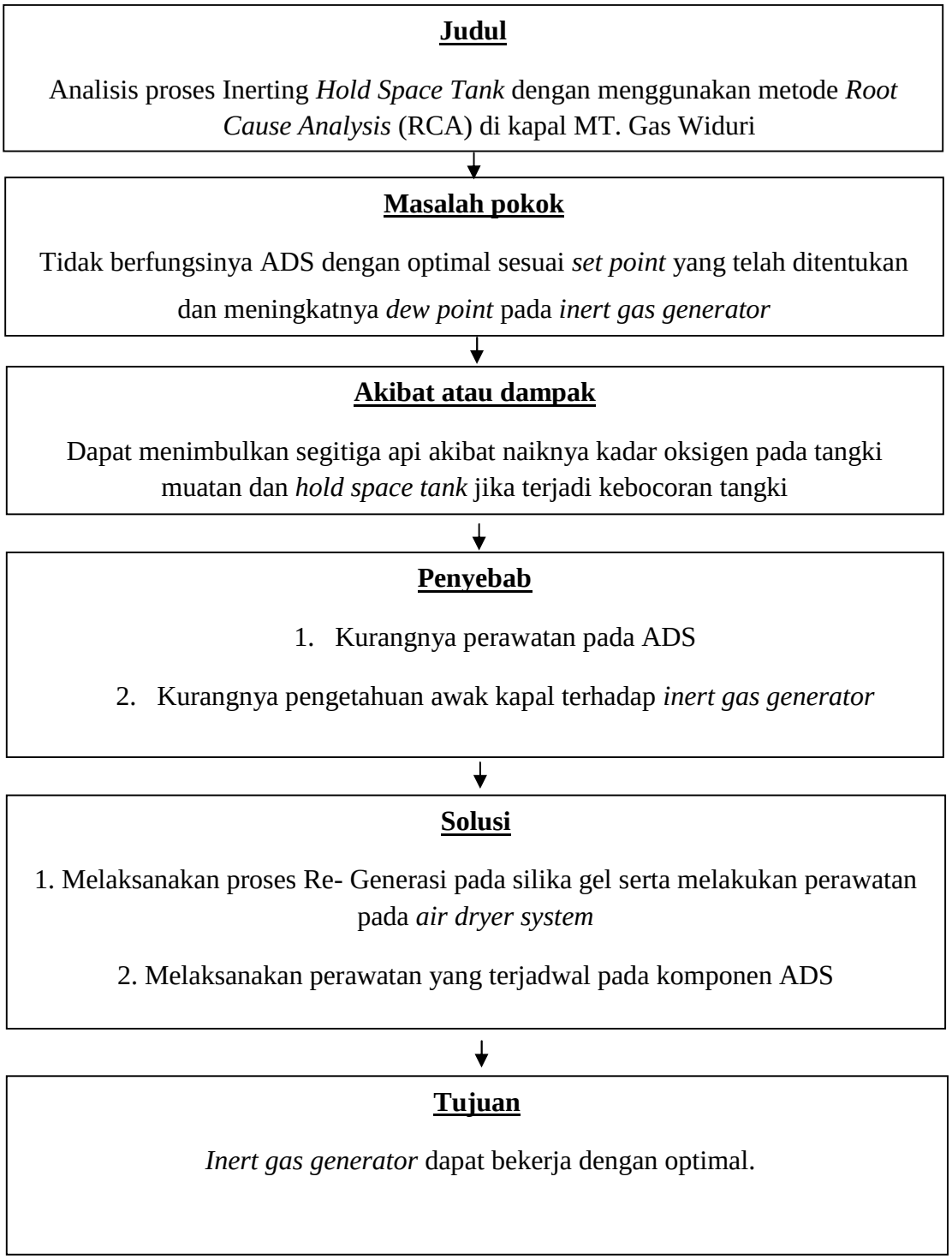
Dengan demikian dapat diketahui bahwa dengan memasukan gas lembam pada *tanki* muat, ledakan atau kebakaran dalam *tanki* muat dapat dihindari karena kadar oksigen dalam gas tersebut sangatlah rendah dan dengan masuknya gas lembam tersebut dengan sedikit tekanan akan dapat mendesak *Hydrocarbon* gas dari dalam *tanki* sampai menacapai *lower flamable limit* (titik nyala di batas bawah tanki).

B. Kerangka Pemikiran

Meninjau dari pengalaman yang telah ada bahwa peranan *Inert Gas System* sebagai suatu alat keselamatan yang dengan cara memasukan gas lembam kedalam *tanki – tanki* muatan pada kapal *Tanker* tidak dapat dipisahkan dari operasional kapal dalam mendukung kelancaran proses penanganan muatan dan kelancaran pengoperasian kapal. Gangguan–gangguan yang masih sering timbul pada instalasi gas lembam adalah masih terdapatanya sumber – sumber penyalaan bahan bakar (*gas Hydrocarbon*) dan *Oxygen* yang cukup untuk dapat terjadi pembakaran. Kandungan titik embun yang dapat menghambat proses terbentuknya gas lembam pun masih menjadi masalah utama terhambatnya proses penanganan hasil produksi gas lembam, Dari hal – hal tersebut kita dapat mengetahui dan mengambil pemikiran bahwa terdapat beberapa faktor yang menyebabkan titik embun tidak mencapai nilai yang di

inginkan sehingga terhambatnya proses pembentukan gas lembam akibat masih kurangnya penanganan dan pemahaman dalam hal perawatan dan pemeliharaan yang intensif dan teliti diantaranya adalah :

1. Kurangnya perawatan pada komponen *inert gas generator*
2. Meningkatnya *dew point* pada *inert gas generator*



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Pada penulisan skripsi ini dilakukan pengkajian dengan menggunakan fakta – fakta dari pengalaman juga pengetahuan yang telah dipadukan dari permasalahan yang penulis lihat dan alami selama melaksanakan praktek berlayar kurang lebih satu tahun yang terhitung mulai tanggal 30 Agustus 2017 (*Sign on*) sampai dengan tanggal 31 Agustus 2018 (*Sign Off*) diatas kapal MT. GAS WIDURI, yang mana kapal tersebut merupakan milik perusahaan PT. PERTAMINA PERKAPALAN dengan type LPG/Carrier yang khusus digunakan untuk memuat LPG (*Propane* dan *Butane*).

Pada studi kasus permasalahan ini, penulis mulai melakukan pengamatan berdasarkan waktu yang terjadi pada saat masalah di hadapi yaitu pada Bulan Maret tahun 2018 di atas kapal MT. Gas Widuri

2. Tempat Penelitian

Adapun tempat penulis melakukan penelitian selama melaksanakan praktek kerja laut *(prala)* adalah pada sebuah kapal tanker LPG/Carrier yang bernama MT. GAS WIDURI pada saat perjalanan dari semarang menuju lampung.

Berikut pendukung data kapal dengan rincian dibawah ini :

Company	: PT.Pertamina Perkapalan (persero)
Ship Name	: MT. GAS WIDURI
Call Sign	: POGF

Port of Registry	: Jakarta.
Flag	: Indonesia.
Builder	: HYUNDAI HEAVY INDUSTRY.CO.LTD
Year Built	: June 2011.
Owner	: PT. PERTAMINA.
IMO Number	: 9590668
Kind of Vessel	: LPG/Carrier
Length Over All	: 158.21 M.
Dead Wight	: 17.400 Tons.
Groos Tonnage	: 18.273 Tons.
Net Tonnage	: 8.908 Tons.
Main Engine	: Hyundai MAN B & W 6S50 MC – C8
Diesel Generator	: Yanmar CO.LTD 7146/7/8 FTE
Boiler	: Large oil-Fired boiler AALBORG

B. METODE PENDEKATAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA

1. Metode Pendekatan

Berdasarkan pengalaman maupun pengamatan agar pemecahan masalah di dalam skripsi ini dapat dilakukan dengan baik dan sistematis dan untuk lebih memudahkan pembahasan masalah yang telah diuraikan pada latar belakang, maka penulis menggunakan beberapa metode pendekatan masalah yang dianggap sesuai dengan masalah di dalam skripsi ini. Berikut ini adalah beberapa metode pendekatan yang digunakan peneliti dalam melakukan penelitian yang meliputi studi kasus dan deskriptif kualitatif root cause analysis (RCA)

a. Studi kasus

Metode pendekatan studi kasus adalah suatu metode pendekatan dengan mempelajari masalah-masalah yang sedang dihadapi. Artinya, masalah-masalah yang sudah ada dipelajari terlebih dahulu dengan mengacu kepada

manual book atau dokumen-dokumen yang dapat membantu dalam pemecahan masalah yang sedang dialami peneliti. Selama penulis melakukan praktek kerja nyata di kapal MT.GAS WIDURI, penulis melakukan pendekatan pemecahan masalah dan mempelajari masalah-masalah apa saja yang mungkin terjadi pada *Inert Gas Generator* dan bagaimana cara pemecahan terhadap masalah tersebut.

Permasalahan pada sistem yang mengganggu keterlambatannya proses *inerting* adalah dengan meningkatnya *Dew point* pada gas lembam yang dihasilkan oleh inert gas sehingga PLC (*Program Logic Control*) mengaktifkan aliran *valve* yang menuju atmosfir terbuka dan menuju *deck* tertutup. Hal ini berdampak pada *inert gas* sistem yang tidak dapat ter *supply* menuju tanki sehingga tanki tidak bisa ter *inerting* artinya salah satu tujuan *inerting* untuk mengurangi kadar oksigen agar tidak terjadinya segitiga api tidak dapat terlaksana dengan baik. Berdasarakan pengamatan pada gangguan yang terjadi yaitu tidak berfungsi nya dengan baik pada salah satu unit komponen *inert gas generator*. *Air dryer sistem* tidak berfungsi menyerap kadar air sebagaimana mestinya. Tentunya dengan tidak berfungsinya salah satu komponen ini ada penyebab lainnya yang mengakibatkan terjadinya gangguan tersebut. Maka dari itu penulis membahas lebih lanjutnya permasalahan tersebut pada Bab IV.

b. Deskritif Kualitatif

Pendekatan deskriptif adalah suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada fakta dan data yang didapat pada masalah yang terjadi. Pendekatan ini, penulis membuat suatu gambaran kompleks, meneliti kata-kata, laporan terinci dari pandangan responden, dan melakukan studi pada

situasi yang alami sampai titik terakhir atau akar dari penyebab masalah hingga tidak dapat ditemukan atau membuat perkiraan atau analisi lagi dengan menggunakan metode 5W + 1H (*what,when,who,why,where and how*)

Pada metode ini penulis mencari tahu apa yang menyebabkan akar dari suatu permasalahan, antara lain :

1). Apa yang menyebabkan proses *inerting* menjadi mengalami gangguan

2). Apa yang menyebabkan tidak ter *supply* nya gas lembam yang di hasilkan oleh *inert gas generator*

3). Apa yang menyebabkan dan kapan PLC mengaktifkan *Valve* menuju atmosfir terbuka dan yang menuju *Deck* tertutup

4). Mengapa hasil produksi *inert gas generator* mengadung *dew point* terlalu tinggi

5). Kapan dilakukannya perawatan komponen *inert gas generator* sehingga *inert gas generator* dapat berfungsi dan bisa memaksimalkan kinerjanya

6). Siapa yang bertanggung jawab untuk melakukan perawatan pada *inert gas generator*

7). Bagaimana melakukan pemecahan masalah terhadap gangguan sistem yang telah terjadi dan bagaimana prosedur yang baik untuk melakukan perawatan pada setiap komponen *inert gas generator*

2. Teknik pengumpulan data

Dalam melaksanakan pengumpulan data pada penulisan skripsi ini, penulis memerlukan langkah-langkah yang penting dalam melaksanakan metode pengumpulan data ini, guna mendapatkan hasil yang baik, lengkap dan dapat dipertanggung jawabkan.

Oleh karena itu dalam mengumpulkan data-data agar saling berhubungan, maka penulis melakukan teknik pengumpulan data ini dengan cara sebagai berikut :

a. Observasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia Observasi adalah peninjauan secara cermat dalam suatu kegiatan.

Penulis hanya mengalami dan mengamati langsung beberapa permasalahan yang terjadi pada penanganan gas lembam dikapal tersebut yaitu masih tingginya *Dew Point* (Titik embun) didalam sistem dikarenakan kurang maksimalnya kinerja Silika gel yang menyebabkan *Air dryer system* tidak dapat bekerja secara optimal. Dimana hal ini terjadi akibat kurangnya perhatian terhadap *maintenance system* yang telah terjadwal sebagaimana mestinya sehingga menimbulkan akar - akar permasalahan lainnya dalam pengoperasian *Inert Gas Generator* dikapal tersebut.

Dari hasil pengamatan yang ada maka penulis merasa tertarik untuk meneliti lebih lanjut terhadap penelitian yang akan dibahas dalam skripsi ini, mengapa permasalahan tersebut dapat terjadi, kemudian mengupayakan untuk memecahkan serta mengatasi masalah tersebut agar menghasilkan kualitas gas lembam yang dihasilkan sehingga *Dew Point* (Titik embun) yang telah ditentukan dapat tercapai.

b. Wawancara

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, wawancara adalah kegiatan

melakukan percakapan untuk menghasilkan suatu informasi

Metode wawancara ini sangat efektif untuk mendapatkan penjelasan yang lebih rinci mengenai pertanyaan – pertanyaan atau banyak hal yang tidak dipahami dalam permasalahan yang berhubungan dengan topik yang akan dibahas, diantaranya tentang kenapa meningkatnya *Dew Point* (Titik embun) yang tinggi ketika sistem *Inert Gas* serta hal hal yang menjadi penyebab akar masalah dan perawatan apa saja yang perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Terkait dengan masalah yang terjadi diatas kapal maka penulis mengajukan pertanyaan sebagai berikut :

Cadet / penulis	:Bass apa yang menyebabkan proses *inerting* terjadi gangguan sehingga mengalami keterlambatan waktu?
Gas engineer	:Begini det, terjadinya keterlambatan proses *inerting* dikarenakan gas lembam tidak dapat ter s*upply* menuju tanki *hold space*
Cadet / penulis	:lalu kenapa gas lembam tidak dapat ter *supply* menuju tanki *hold space*
Gas engineer	:Dikarenakan PLC aktif dan memerintahkan valve menuju deck tertutup dan menuju atmosfir terbuka sehingga gas lembam yang di hasilkan oleh *inert gas generator* terbuang ke atmosfir.
Cadet / Penulis	:Mengapa hal itu bisa terjadi bass?
Gas Enginner	:hal tersebut bisa terjadi karena gas lembam yang dihasilkan oleh inert gas generator mengalami peningkatan pada *Dew Point* (Titik embun) sehinggal PLC mengontrol *Inert gas* tersebut agar tidak ter supply menuju tanki karena *Dew point* nya tidak memenuhi standart
Cadet / penulis	:Oh begitu ya bass, terima kasih bass atas penjelasanya.

Dengan demikian penulis mengetahui garis besar suatu permasalahan yang menyebab kan proses *inerting* mengalami gangguan yaitu terjadinya peningkatan *Dew point* pada kandungan gas lembam sehinggal gas lembam yang dihasilkan *inert gas generator* tidak dapat ter *supply* menuju tanki muatan melainkan terbuang ke atmosfir

Dalam metode ini data yang diperoleh lebih prakis dan obyektif karena tidak semua permasalahan diatas kapal dapt dijelaskan secara rinci dalam buku petunjuk (*Instuction manual book*) maupun buku lainnya melainkan berdasarkan pengalaman – pengalaman para masinis dan KKM.

c. Studi Pustaka

Pengumpulan data dengan cara membaca buku-buku yang mendukung pemecahan permasalahan yang akan dibahas. Dari buku-buku tersebut diambil teori-teori yang sesuai pembahasan masalah dan juga sebagai tambahan dan perbandingan dalam penelitian yang akan dilakukan dengan sumber bacaan agar terjadi kesesuaian dalam proses pembahasan dan pemecahanya selama praktek diatas kapal MT. GAS WIDURI .

Petunjuk yang di gunakan sebagai landasan teori atau dasar kuat penulisan sebagai acuan terhadap penulisan makalah dalam memecahkan masalah yang terjadi, antara lain

- Kamus Besar Bahasa Indonesia, Edisi keempat, Depdiknas
- Kamus istilah Tanker, Capt Suwadi M.Mar
- Inert gas system dan Crude oil washing (Ir Pieter Batti)
- ALGT (Short Course book) STIP Jakarta 2006
- Gas tanker familiarization, Badan diklat perhubungan 2000
- Inert Gas system, IMO 1990 Edition 4
- Konstruksi dan bangunan kapal, Capt Istopo
- Jurnal Internet lainnya.

d. Studi Dokumen

Teknik pengumpulan data ini didapatkan dengan cara mendapatkan data melalui kajian dokumen yang ada diatas kapal mengenai catatan-catatan yang berkaitan dengan hal-hal yang akan dibahas.

Dokumen-dokumen tersebut dapat berupa :

1. Buku petunjuk manual *(Manual Instruction Book)*
   Buku petunjuk yang dibuat oleh pabrik yang isinya tentang cara perawatan sistem *Inert Gas Generator.*

2. Lembaran perawatan berkala *(preventive maintenance sheet).*

   Lembaran perawatan berkala pada MT. GAS WIDURI isinya berupa jadwal tentang perawatan berencana dari semua pesawat yang ada termasuk perawatan tentang Sistem *Inert Gas Generator.*

Data tersebut merupakan data yang digunakan untuk membandingkan serta mendeteksi masalah-masalah yang terjadi di Kamar Mesin.

C. SUBJEK PENELITIAN

Subjek penelitian dari penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah komponen-komponen yang terdapat pada *inert gas generator* di kapal MT.Gas Widuri dimana hasil dari *inert gas generator* terlalu tinggi kadar *dew point* (titik embun) nya, serta kurangnya perawatan pada komponen inert gas generator.

D. TEKNIK ANALISIS

Teknik analisis mengemukakan metode yang akan digunakan dalam menganalisis. Dalam suatu penelitian, teknik analisa merupakan hal yang sangat penting. Dengan analisis ini data dapat disederhanakan kedalam bentuk yang lebih dimengerti dan dibaca serta diinterprestasikan sebagai penunjang dalam penyederhanaan data.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui penyebab-penyebab terjadinya *Dew Point* (Titik embun) yang tinggi sehingga tidak dapat menghasilkan gas lembam yang dibutuhkan oleh tanki untuk mencegah terjadinya segitiga api.

Adapun teknik analisis yang digunakan dengan metode deskriptif *Root Cause Analyisis.* Metode deskriptif teknik analisis yang memberikan fakta-fakta serta penjelasan mengenai objek penelitian yang memaparkan terhadap suatu kejadian atau peristiwa yang terjadi di atas kapal berdasarkan titik terakhir atau akar masalah yang menyebabkan permasalahan tersebut terkait dengan pembahasan tentang kurang maksimalnya kinerja Silika gel yang mengakibatkan *air dryer system* tidak dapat bekerja secara optimal dan sehingga menganggu kelncaran produksi gas lembam berdasarkan pengamatan pengalaman langsung dari penulis dengan melihat data dan fakta yang ada.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

1. Meningkatnya *dew point* (titik embun) pada *inert gas generator*.

Salah satu cara yang harus ditempuh untuk menunjang kelancaran operasional *Inert gas system* adalah melakukan suatu program perawatan yang baik, terencana dan sistematis. Apabila salah satu sistem tersebut mengalami gangguan atau kerusakan maka kinerja yang dihasilkan oleh *Inert gas generator* akan mengalami hambatan yang mengakibatkan pengoperasian pada *Inert gas generator* terganggu. *Inert gas generator* adalah salah satu sistem yang ada diatas kapal dan cukup penting serta harus mendapatkan perawatan khusus agar proses *inerting* pada *tanki* muatan dan pada *tanki hold space* dapat berjalan lancar.

Pada saat kapal berlayar dari Tanjung emas (Semarang) menuju Lampung pada 20 Maret 2018 Pada saat ingin melakukan proses I*nerting* guna melakukan pengisian gas inert pada ruang hampa/Hold space tank yang memisahkan antara tanki kargo dan tanki *ballast*, *gas Enginer* mulai mengoperasikan *Inert gas* generator namun *Gas Engineer* mengalami suatu kendala pada saat proses *Inerting* tersebut. Kejadian tersebut berupa aktifnya alarm pada PLC (*Program Logical Control*) di kamar mesin. Setelah *Gas Engineer* melakukan pengecekan dan melihat dimana terjadinya alarm pada monitor *Inert gas* sistem di ruang kontrol mesin (*Engine Control Room*), ternyata alarm menunjukan adanya ketidak normalan pada nilai *Dew Point* yang terdapat di kandungan Gas lembam yang di hasilkan dari pembakaran di *Inert gas generator* yang mengakibatkan *valve* menuju *deck* tertutup dan *valve* menuju atmosfir terbuka, hal ini tentunya *inert gas* yang telah di hasilkan pada pembakaran di ruang bakar menjadi terbuang ke atmosfir dan proses *inerting* menjadi terhenti sehingga *Gas Engineer*

mengambil tindakan pertama yaitu dengan menekan tombol pemberhentian bunyi alarm (*Buzzer Stop*) setelah mengetahui letak kesalahan sistem pada panel kontrol. Kemudian langsung melakukan pengecekan pada *Inert gas generator* tersebut dengan cara melihat temperatur dan nilai gas lembam yang terdapat di panel kontrol *air dryer system*.

Setelah *Gas engineer* mengecek komponen pada *Inert gas system*, dari hasil pengecekan tersebut, komponen yang berjalan dari Pembakaran sampai *Chiller* unit yaitu proses pendinginan gas lembam semuanya berjalan normal hanya saja ketika telah melewati *air dryer system*, nilai *dew point* (Titik embun) pada kandungan gas lembam meningkat dari kadar normalnya (-40^0C) menjadi (-80^0C) hal ini disebabkan oleh ketidak sempurnaanya kinerja *Air dryer system* unit untuk menyerap kadar air dan oksigen dalam gas lembam. Sedangkan maksimum kadar normal *Dew point* (titik embun) pada manual book adalah – 70^0C, Selanjutnya atas perintah Kepala Kamar Mesin, Pengoperasian *Inert gas* di berhentikan dahulu kemudian diganti pengoperasian ADS nya dari ADS unit 1 ke nomor 2.

Setelah pergantian ADS dari Unit no 1 menjadi no 2, ternyata hasil *Dew Point* masih sama, artinya tidak sesuai nilai kadar yang di inginkan, maka dilakukanlah pemeriksaan oleh Kepala kamar mesin dan Gas Engineer terhadap ADS dan setelah di bongkar ADS Unit nomor 1 dan 2 ternyata disana di temukan banyak kotoran - kotoran berupa partikel abu-abu seperti sisa pembakaran yang telah mengendap disaringan ADS. Setelah itu dilakukan pembersihan pada ADS dan silika gel.

2. Tidak berfungsinya ADS *(automatic dryer system)* dengan optimal sesuai *set point* yang telah ditentukan.

Tidak berfugsinya ADS dengan optimal mengakibatkan tidak produksinya gas lembam pada IGG. Dikarenakan tidak berjalanya PMS (*Plant Maintenance System*) dengan baik dan benar . Pada saat akan memulai menjalankan IGG terjadi permasalahan pada beberapa komponen yaitu antara lain srcuber ,ADS (*automatic drying system*),chiller,valve-valve pada ADS yang mengakibatkan harus mengulang proses dan harus mengecheck serta memperbaiki komponen yang terkendala tersebut .

Adapun fakta yang terjadi adalah sebagai berikut :

Seperti yang pernah penulis alami pada waktu menjalani praktek laut *(prala)* diatas kapal MT. Gas Widuri. Pada bulan maret 2018 saat kapal telah selesai melakukan proses *free gas* untuk dapat melakukan sire *inspection* maka proses selanjutnya adalah proses *inerting*, proses ini dilakukan oleh *gas engineer* dengan menggunakan IGG namun dikarenakan keterbatasan waktu yang di berikan, ketika *Inert gas* system belum di lakukan Re-generasi pada ADS, proses *inerting* mulai dilakukan. Pada saat proses *inerting* berjalan, terjadi sebuah permasalahan dimana tiba - tiba *valve* menuju deck tertutup dan menuju atmosfir terbuka, hal ini mengakibatkan gas lembam yang dihasilkan oleh pembakaran pada *scrubber* menjadi terbuang ke atmosfir sehingga proses *inerting* terhenti. Pada saat itu terjadi alarm di kamar mesin di monitor IGG yang menunjukan bahwa kadar nilai *dew point* dalam kandungan gas lembam tinggi, sehingga gas lembam yang di hasilkan tidak dapat digunakan sebagai gas lembam yang dapat mencegah terjadinya segitiga api di tanki muatan. Setelah mengetahui kejadian ini, gas engineer langsung mengganti ADS unit 1 menjadi ADS unit 2, ketika di ganti kerja sistem ADS unit 1 ke 2 maka ADS nomor 1 dilakukan proses re-generasi namun hasilnya ketika memakai ADS unit no 2 pun gas lembam yang di hasilkan setelah keluar dari ADS tersebut tetap saja kadar *dew point* nya menjadi tingggi. Pada saat itu KKM memerintahkan kepada *gas engineer* untuk menghentikan proses *inerting* dan mulai melakukan perbaikan dan pengecekan terhadap *inert gas* system. semulanya KKM menginstruksikan untuk membersihkan semua *demister* yang terdapat di *scrubber* setelah proses pembakaran dan pendinginan setelah melewati *chiller* unit dengan cara mencucinya dengan detergen dan di rendam dengan *carbon remover* agar karbon karbon yang menempel pada d*emister* tersebut dapat terangkat. Akhirnya dilakukan lah proses pembersihan demister tersebut. Namun hasilnya ketika memulai kembali proses i*nerting*, kadar *dew point* nya tetap saja masih tinggi atau tidak sesuai dengan batas normal yang telah di tentukan.

Kemudian proses *inerting* pun di hentikan kembali, lalu KKM menginstruksian untuk membersihkan *chiller* unit dengan cara mensirkulasikan air yang telah di campur oleh *carbon remover* untuk membersihhkan *chiller* unit namun hasilnya tetap saja sama tidak sesuai yang di harapkan hingga akhirnya KKM memeriksa kondisi *air dryer system* dan mengistruksikan untuk mencuci silika gel dengan cara di rendam detergen kemudian di bilas dengan air tawar. Akhirnya semua silika gel yang terdapat

di *air dryer sytem* unit 1 dan 2 pun di bersihkan dan *air dryer sytem* pun di bersihkan dengan cara di semprotkan angin bertekanan. Setelah dilakukan proses pembersihan pada silika gel dan *air dryer system* proses *inerting* mulai di lanjutkan kembali. Setelah melakukan proses ini kadar *dew point* yang di hasilkan mulai turun dan sesuai dengan batasan *dew point* yang di inginkan namun terkadang *dew point* tersebut mulai tinggi kembali maka untuk mencegah kembalinya nilai *dew point* pada proses inerting maka KKM mulai melakukan permintaan barang berupa silika gel .

Di karenakan proses *inerting* harus berjalan cepat dan sesuai waktu yang di inginkan maka kapal melakukan proses *anchorage* di lampung untuk menerima spare *part* baru berupa silika gel dan setelah di ganti silika gel tersebut maka proses *inerting* dapat kembali berjalan lancar.

B. ANALISIS DATA

Didalam pemecahan masalah terlebih dahulu akan dikemukakan analisa dari permasalahan yang sudah dirumuskan pada bab-bab sebelumnya. Didalam analisa ini masalah yang terdapat didalam permasalahan tersebut akan dikelompokkan dan dijabarkan lebih rinci lagi meliputi keseluruhan masalah.

1. Meningkatnya *dew point* (titik embun) pada *inert gas generator*.

Dew point (titik embun) yang meningkat dan berlebihan yang dihasilkan pada gas lembam bisa mengaktivkan PLC *(Program logic control)* mengaktivkan aliran *valve* yang menuju atmosfir terbuka dan *valve* yang menuju *deck* tertutup, hal ini berdampak pada *inert gas system* tidak tersupply menuju *tanki* muatan dan *hold space tank*,menjadikan proses *inerting* tidak berfungsi dengan baik karena kesalahan dalam menekan oksigen tidak terlaksana baik. *Air Dryer system* adalah suatu alat atau komponen yang berfungsi untuk menyerap kadar oksigen dan air yang masih terkandung di dalam gas lembam. Proses kinerja *air dryer system* ini di bantu oleh sebuah komponen yaitu silika gel dimana fungsi silika gel tersebut adalah senyawa kimia yang mampu menyerap karbon, oksigen dan kandungan yang masih tersimpan didalam gas lembam. Ketika gas lembam telah di dinginkan di *Chiller* unit maka gas lembam tersebut masuk ke dalam ADS dimana prosesnya adalah terjadinya pengeringan gas lembam dengan cara melewati silika gel tersebut. Silika gel tersebut memisahkan kadar kandungan oksigen dan air serta

karbon setelah itu gas lembam melewati *filter air dryer system* agar karbon nya mampu terpisah dan tidak ikut setelah gas lembam tersebut keluar dari ADS dan menuju deck. Gas lembam yang keluar dari ADS harus mengandung kadar oksigen yang kurang dari 8% atau lebih bagusnya 5% serta kadar *dew point* yang tidak lebih dari -70 ^{0}

Dalam Buku Gas Tanker Familiarization : Badan Diklat Perhubun gan, Gas – gas yang di cairkan adalah campuran – campuran dari *hydrocarbon* yang berat molekulnya rendah, ditransportasikan dalam bentuk cairan curah menggunakan kapal khusus yang biasanya disebut pengangkut gas (*Gas carriers*). Gas – gas yang dicairkan dibagi atas tiga kategori utama :

a. LPG atau gas minyak bumi yang dicairkan.
b. LNG atau gas alam yang dicairkan.
c. Gas – gas kimia yang dicairkan

Gas cair juga disebut sebagai cairan yang mempunyai tekanan gas diatas 2,8 Bar absolut pada suhu 37,8^{0}C. Alternatif lain dalam menghubungkan tekanan gas dengan suhu untuk suatu gas cair tertentu ialah dengan mengutip suhu dimana tekanan gas nya sama dengan tekanan atmosfir.

Tabel 4.1

Hubungan tekanan gas dengan suhu di dalam tanki

Liquefied Gas	**Vapour Pressure at 37,8^{0}C (Bars absolute)**	**Boiling Point at atmospheric pressure (^{0}C)**
Methane (CH_4)	Gas	-161
Propane (C_3H_8)	12,9	-43
n-Butane (C_4H_{10})	3,6	-0,5
Ammonia (NH_3)	14,7	-33
Vinyl chloride ($C2H_3Cl$)	5,7	-14
Butadine (C_4H_6)	4,0	-5
Ethylene oxide (C_2H_4O)	2,7	+10,7

Alat ini digunakan untuk mengeringkan Gas yang masih terdapat kandungan air yang keluar dari *Chiller* dimana terdapat *Silica gel* yang menyerap udara tersebut. Dalam pengering udara digunakan untuk menghilangkan uap air dari udara bertekanan. Pengering udara umunya ditemukan diberbagai fasilitas industri dan komersial. Proses kompresi udara mengkonsentrasikan kontaminan atmosfir, termasuk uap air. Hal ini meningkatkan titik embun *(Dew Point)* terkompresi relatif terhadap udara atmosfir bebas dan menyerbabkan kondensasi karena udara bertekanan dingin.

Air yang berlebihan di udara, baik dalam fase uap dapat menyebabkan masalah operasional. Ada berbagai karakterisktik kinerja mereka dan bisanya ditetukan oleh titik embun (*Dew Point).* Uap air dikeluarkan dari udara bertekanan untuk mencegah agar kondensasi tidak terjadi dan mencegah kelembaban agar tidak mengganggu proses industri yang sensitif. Pengering biasanya memberikan titik embun antara - 40^0C dan -70^0C

Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui *sol natrium silikat* (NaSiO2). Sol mirip agar–agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis. Garam–garam kobalt dapat diabsorpsi oleh gel ini. Silika gel mencegah terbentuknya kelembaban yang berlebihan sebelum terjadi (Hartuti, 2011).

Silika gel dapat digolongkan menjadi 3, yaitu :

a. *Hidrogel* yaitu silika gel yang pori-porinya terisi oleh air

b. *Serogel* yaitu silika gel kering yang dihasilkan dengan mengeringkan air dalam pori-pori melalui proses evaporasi

c. *Aeroge*l yaitu silika gel yang dihasilkan dengan mengeringkan fase air dalam pori-pori melalui ekstraksi superkritikal.

Anggreany (2005) menjelaskan teori misel yang menyebutkan bahwa silika gel adalah kerangka tiga dimensi partikel yang bersambungan dari *koloid silika* dan bersifat *koheren*. Larutan silikat yang direaksikan dengan asam akan menghasilkan asam silikat. Dalam system asam silikat, pembentukan gel dijabarkan sebagai

kondensasi dari Si(OH)4 menjadi rantai siloksan, yang kemudian bercabang dan selanjutnya berikatan silang membentuk kerangka tiga dimensi.

Sintesa Silika Gel Menurut scott (1993), pembuatan silika gel dapat dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu :

a. Pembentukan natrium silikat (Na2SiO3) dari reaksi SiO2 dengan NaOH

b. Reaksi pembentukan silika hydrosol dari reaksi antara Na2SiO3 dengan asam

c. Reaksi pembentukan silika hidrogel, yaitu polimerisasi asam silikat Pemanasan silika hidrogel menghasilkan silika gel Pengasaman terhadap

Latrium silikat akan membentuk silika hydrosol yang apabila didiamkan akan membentuk hidrogel.

Silika gel adalah mineral alami yang dimurnikan dan diolah menjadi salah satu bentuk butiran atau manik-manik. Sebagai pengering, ia memiliki ukuran pori rata-rata 2,4 nanometer dan memiliki afinitas yang kuat untuk molekul air. Silika gel merupakan suatu bentuk dari *silika* yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat *(NaSiO2).* Sol mirip agar – agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan *silika gel* dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis. Garam – garam *kobalt* dapat diabsorpsi oleh gel ini.

Silica gel ini terdiri dari *silika* 97% dan *alumina* 3% dengan permukaan berpori tinggi dan afinitas kuat untuk menyerap air. Silica gel juga digunakan sebagai adsorben selektif untuk berbagai macam *Hydrocarbon, CO2, Siloksan , Belerang,* dan banyak senyawa lainnya. Karena fraktur *silica gel* dengan adanya air cair, seringkali terlindung dengan *Pre-bed alumina* aktif. Dalam aplikasi pengeringan udara dan gas, titik embun -40°C dan lebih rendah dapat dicapai dengan *silika gel*. Keuntungan penggunaan *silica gel* ini adalah kapasitas retensi kelembaban tinggi dalam kondisi dinamis dan yang lebih tinggi dan suhu pada saat *re –generasi* bisa diatasi

(https://www.vanairsystems.com/products_desiccants/silica-gel.html)

Dalam jurnal sintetis, karakteristik dan pemanfaatan silika gel karangan Siti Sulastri ; 15 mei 2010 menjelaskan bahwa Silika gel merupakan silika amorf yang terdiri atas globula – globula SiO_4 tetrahedral yang tersusun secara tidak teratur dan beragregasi membentuk kerangka tiga dimensi yang lebih besar (Oscik, 1982, 188).

Pada permukaan silika gel terdapat dua jenis gugus, yaitu gugus silanol dan gugus siloksan. Menurut Morrow dan Gay (2000; 18), gugus siloksan ada dua macam, yaitu Si-O-Si rantai lurus dan gugus siloksan yang membentuk struktur lingkar dengan empat anggota. Jenis yang pertama tidak reaktif dengan pereaksi pada umumnya, tetapi sangat reaktif terhadap senyawa logam alkali. Jenis gugus siloksan yang membentuk lingkar dengan empat anggota mempunyai reaktivitas yang tinggi, dapat mengadakan kemisorpsi dengan air, amoniak dan metanol. Reaksi dengan air akan menghasilkan dua gugus Si-OH, reaksi dengan amoniak akan menghasilkan gugus Si-NH_2 dan silanol , sedangkan reaksi dengan metanol akan menghasilkan gugus silanol dan Si –O-CH_3. Menurut El Shafei (2000 ; 40), ada beberapa jenis gugus silanol, yaitu gugus silanol tunggal terisolasi, gugus silanol yang berdekatan satu sama lain dan dua gugus silanol yang terikat pada satu atom Si. Gugus silanol yang berdekatan satu sama lain disebut *vicinal silanol* atau *vicinol*, sedangkan dua gugus silanol yang terikat pada satu atom Si disebut *geminal silanol* atau *geminol.* Berdasarkan data kristalografi, jarak antar gugus silanol terisolasi adalah sekitar 5A. Jika jarak antara dua gugus silanol tersebut lebih dari 3,1A, maka tidak dapat terjadi ikatan hidrogen. Adanya ikatan hidrogen yang kuat antara gugus silanol satu dengan yang lain akan terjadi jika jaraknya kurang dari 3,1 A (antara 2,4 – 2,8 A).Vicinol adalah dua gugus silanol dengan jarak kurang dari 2,8A. Berdasarkan pada beberapa data ini, dapat diperkirakan bahwa pada proses modifikasi terhadap silika gel yang sudah jadi, kapasitas modifier akan dipengaruhi oleh banyaknya gugus silanol. Kecuali itu juga dipengaruhi oleh banyaknya gugus siloksan yang aktif, yang juga akan mengalami interaksi chemisorpsi dengan air menghasilkan gugus silanol. Silika Adanya gugus silanol pada permukaan akan interaksi dengan molekul air. Akibatnya air akan mengadakan deaktivasi pada permukaan silika gel,sehingga pada proses pemisahan menjadi lemah karena daya retensinya menurut (Scott, 1993; 139). Dalam rangka memperbaiki sifat dan untuk

perluasan pemanfaatan, maka perlu dilakukan proses modifikasi.

Modifikasi permukaan silika gel berhubungan dengan keseluruhan proses yang bertujuan untuk mengubah komposisi kimia pada permukaan. Proses modifikasi adalah dengan mengubah gugus –Si-OH menjadi –Si-OM.dimana M adalah beberapa spesies baik sederhana ataupun kompleks selain H(El Shafei, 54). Berdasarkan jenis senyawa yang digunakan, modifikasi silika gel dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu organofungsionalisasi jika zat pemodifikasinya adalah gugus organik dan anorganofungsionalisasi jika gugus yang terikat pada permukaan adalah senyawa organologam atau oksida logam.Dinyatakan juga bahwa permukaan silika gel dapat dimodifikasi dengan perlakuan fisik(*physical treatment*) atau dengan perlakuan kimia (*chemical treatment*). Perlakuan fisik dapat berupa proses termal atau hidrotermal , yang bertujuan untuk mengubah perbandingan konsentrasi gugus silanol dan siloksan. Modifikasi dengan perlakuan kimia bertujuan mengubah karakteristik permukaan silika gel Modifikasi gugus fungsi pada pemukaan silika gel dapat dilakukan dengan berbagai teknik, antara lain (Jal,dkk,2004;1011)

a. Melalui impregnasi.:

   Impregnasi berkaitan dengan adanya interaksi fisik antara bahan pemodifikasi dengan permukaan padatan, baik dengan cara memasuki pori padatan atau dengan interaksi adhesif atau elektrostatik.Proses impregnasi ini preparasinya mudah. Namun demikian proses ini bukanlah cara yang sesuai untuk adsorpsi yang dilakukan dalam medium air, terutama jika digunakan molekul organik yang larut dalam proses pelarutan. Pada proses impregnasi ikatan yang terjadi merupakan ikatan fisik sehingga tidak dapat digunakan berulang – ulang karena ligan kurang stabil dan dapat mudah lepas kembali

b. Modifikasi dengan pembentukan ikatan kovalen.

   Tekniknya dapat dilakukan dengan berbagai proses, antara lain proses imobilisasi pereaksi silan dan proses sol – gel. Molekul – molekul organik yang akan membentuk khelat dengan ion biasanya terikat pada permukaan silika melalui proses silanisasi yang melibatkan pembentukan ikatan kovalen. Apabila dijumpai keadaan ini, maka perlu adanya senyawa pendukung atau penghubung, yaitu pereaksi silan. Proses silanisasi ini diilakukan terhadap silika gel, biasanya dilakukan dalam suasana non air. Contoh berikut

merupakan .modifikasi dengan spesies yang mengandung gugus merkapto , yaitu dengan mereaksikan merkaptopropiltrimetoksisilan dengan salah satu jenis silika, yaitu aerosil dalam media toluena (Tertykh dan Yanishpolski, 2000 dan Shylesh,dkk,2004) Persamaan reaksinya sebagai berikut (Shylesh, 2004, 220)

Apabila dikehendaki spesies yang mengandung gugus amino, maka pereaksi silan yang dipakai juga mengandung gugus amino ($-NH_2$), demikian juga untuk spesies hasil modifikasi yang lain pereaksi silan yang dipakai menyesuaikan.

Imobilisasi dengan cara di atas memiliki beberapa kelemahan antara lain efektifvitas pengikatan gugus rendah dan kondisi reaksi harus bebas air.

Cara lain adalah dengan proses sol – gel. Pada proses modifikasi dengan cara ini reaksi dilakukan bukan dengan silika gel , tetapi dilakukan terhadap bahan dasar pembentuk silika gel, yang lazim disebut silika prekursor. Sebagai silika prekursor dapat dipakai senyawa silikat anorganik maupun organosilan. Proses modifikasi dilakukan pada saat pembentukan gel. Modifier atau pereaksi yang akan mensubstitusi gugus silanol ditambahkan pada silika prekursor pada saat proses pembentukan gel, bukan setelah terjadi silika gel. Pada proses ini akan dihasilkan senyawa yang mengandung gugus siloksan, silanol serta gugus silika termodifikasi yang diberi notasi –Si-OM.

Sebagai modifier baik pada metode impregnasi, silanisasi maupun proses sol gel, antara lain dapat disebutkan

a. Merkaptopropiltrimetoksisilan (MPTS) untuk mendapatkan gugus merkapto atau –SH sebagai pengganti –Si-OH.
b. Aminopropiltrimetoksisilan (APTS) untuk mendapatkan gugus amino atau –NH_2 sebagai pengganti –Si-OH.
c. Kloropropiltrimetoksisilan (CPTS) untuk mendapatkan gugus kloro atau –Cl sebagai pengganti – Si-OH.
d. Modifier yang bukan pereaksi silan, seperti asam -1 amino 2 hidroksi 4 naftalena disulfonat. Pada proses modifikasi dengan pereaksi ini memerlukan pereaksi silan lain sebagai perantara atau jembatan penghubung. Untuk kepentingan ini biasanya dipakai *glisid oksi propil trimetok sisilan* (GPTMS).

   Apabila dikehendaki modifikasi yang disertai dengan pengaturan struktur,

porositas serta luas permukaan, maka pada proses modifikasi ditambahkan suatu senyawa sebagai *template*. Sebagai *templating agent* antara lain (Sukalyan, dkk,2008;2), surfaktan, garam – garam kompleks, dan senyawa polimer seperti polistirena.Sebagai contoh , antara lain : senyawa triblock kopolimer dengan nama dagang Pluronic 123, CTAC (*cetyltrimethylamonium clorida*), CTAB (*cetyltrimethylamonium bromida*) dan sebagainya. Pada akhir proses *template* ini dipisahkan secara ekstraksi.

Pemanfaatan silika gel secara umum adalah sebagai penjerap uap air pada penyimpanan berbagai bahan yang bersifat higroskopis. Pada pemanfaatan ini dapat dipakai silika gel yang sebelumnya telah dipanaskan untuk menghilangkan air dalam pori. Demikian juga pemanfaatan lain, yaitu sebagai fasa diam pada analisis kromatografi, diperlukan proses pemanasan dan pembentukan butir dengan ukuran sama dengan cara digerus dan diikuti pengayakan dengan ukuran tertentu.

Pada modifikasi gugus fungsinya sudah bertambah, karena sebagian gugus silanol atau –Si-OH berubah menjadi gugus fungsi yang lain. Adanya gugus yang lain, diharapkan dapat memberi nilai tambah antara lain interaksinya pada proses penjerapan atau adsorpsi, tidak hanya dengan proses pemerangkapan saja. Adanya gugus lain yang merubah sifat lunak atau kerasnya basa ini memungkinkan terjadinya adsorpsi dengan cara pembentukan kompleks dengan ion logam. Apabila gugus penggantinya bersifat ionik,adsorpsi dapat terjadi dengan cara pertukaran ion. Oleh karena itu modifikasi ini memungkinkan adanya interaksi dengan ion – ion logam yang sifat keras lunaknya sesuai.

2. Tidak berfungsinya ADS *(automatic dryer system)* dengan optimal sesuai *set point* yang telah ditentukan

Selama melaksanakan praktek laut di atas Kapal, bisa dijadikan suatu analisa dimana sering dijumpai beberapa masinis yang tidak menjalankan jadwal perawatan tepat waktu, apabila dibiarkan akan meningkat potensi kerusakan yang lebih parah. Hal tersebut disebabkan karena kurangnya tanggung jawab dan disiplin dari para Masinis yang terlibat salah satunya dalam perawatan *inert gas* tersebut. Ada tanda-tanda bahwa *air dryer system* tidak bekerja dengan baik, dibawah ini beberapa contoh antara lain Nilai *dew point* yang terdapat di kandungan gas lembam masih terlalu tinggi untuk di jadikan gas lembam yang sempurna

Salah satu gejala akibatnya adalah tertutupnya *valve* menuju *deck* dan terbukanya *valve* menuju atmofir yang mengakibatan gas lembam terbuang ke atmosfir. Untuk mengatasi masalah ini, maka harus dilakukan terhadap *air dryer system* dan komponennya yakni silika gel.Apabila nilai *dew point* yang dihasilkan tidak sesuai dengan batas normal maka tentu saja proses *inerting* menjadi terganggu atau terhenti dan pastinya akan menjadi tambahan permasalahan – permasalahan lainnya.

Dalam buku *Inert Gas System* dan *crude oil washing* adapun tabel yang menjelaskan tentang saran untuk pemeliharaan peralatan diluar daripada pemeriksaan dan pengecekan setiap hari. Hal ini bertujuan guna mengetehaui layaknya alat apakah masih bisa terpakai atau harus diganti.berikut adalah tabel pemeliharaan pada alat *inert gas* tersebut pada umumnya.

Tabel 4.2

Maintenance component inert gas systems

Komponen	Pemeliharaan untuk pencegahan kerusakan	Jadwal waktu pemeliharaan
Flue Gas Isolating Valve	Jalankan Valve dan bersihkan dengan tekanan angin atau Steam lalu buka untuk Inspeksi dan bersihkan	Sebelum digunakan / sekali seminggu sebelum digunakan Boiler dimatikan
Flue Gas Scrubber	Dibilas dengan air. Bersihkan Demister. Buka pengatur permukaan (Level regulation) dan pengukur temperatur untuk pemeriksaan. Buka semua bagian untuk pemeriksaan bagian dalam	Sesudah digunakan. Setiap tiga bulan. Setiap enam bulan. Atau waktu Docking.
Overboard Pipes and Valve from flue gas scrubber	Bilas dengan air dari pompa Scrubber selama kira kira satu jam. Buka valve untuk Overhoul, periksa pipe lines dan Overboard	Sesudah digunakan. Diatas Dock/ Repair Period
Blower	Pemeriksaan Vibrasi pembilasan. Pemeriksaan bagian dalam melalui lubang yang tersedia. Bongkar semua untuk Overhoul penuh, metal, As dan bagian lainnya.	Sesudah digunaka. Sesudah dibilas dan setiap enam bulan. Dua tahun atau lebih sering lagi. Waktu Dock.

Deck Water Seal	Buka level regulator/ Float valves untuk diperiksa Buka untuk pemeriksaan bagian dalam secara overhoul	Enam bulan atau satu tahun
Deck Mechanical Non Return Valves	Gerakan atau lumasi valve jika diperlukan, Buka untuk pemeriksaan bagian dalam (Overhoul)	Seminngu dan sebelum dijalankan. Satu tahun sampai dengan delapan belas bulan
Pressure Vacum	Jalankan dan Lumasi Buka dan lakukan Overhoul	Enam bulan atau satu tahun
Gas Pressure Regulating System	Buka instrumen kondensasi, supply udara dan lakukan Overhoul	Sebelum dijalankan atau sesuai kebutuhan
Liquified Filled Pressure Vacum Breaker	Periksa permukaan liquid (Cairan) untuk mengetahui tekanan dalam sistem sama dengan tekanan atmosfir	Kalau keadaan memungkinkan dan setiap enam bulan

C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Berdasarkan dengan kejadian yang telah dianalisis oleh penulis, dapat diketahui penyebab-penyebab terjadinya masalah yang terjadi pada proses *inerting*, Maka alternatif pemecahan masalah adalah sebagai berikut :

1. Meningkatnya *dew point* (titik embun) *pada inert gas generator*.

a. Melakukan pembersihan *filter air dryer system* .

Dilakukan dengan pembersihan *filter air dryer system* terhadap karbon karbon sisa dari pengeringan gas lembam yang telah melewati celah celah silika gel. Apabila karbon-karbon atau debu-debu sisa pembakaran telah menumpuk dan menyatu pada silika gel maka segera harus di bersihkan

dengan membuang kotoran tersebut. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam membersihkan *filter air dryer sytem* :

1). Persiapkan alat-alat yang akan digunakan pada saat melakukan Pembersihan seperti sapu, majun dll

2). Buka penutup *cover air dryers sytem* .

3). Bersikan saringan dengan sikat atau brush yang sudah disediakan.

4). Keluarkan dahulu siilika gel yang terdapat di *air dryer system.*

5). Setelah *filter* dibersihkan, masukan kembali silika gel dan tutup kembali penutup *cover air dryer sytem* seperti semula.

b. Pembersihan silika gel

Silika gel yang merupakan bahan yang dijadikan sebagai penyerap kadar oksigen , air serta kotoran yang terdapat didalam kandungan gas lembam harus dilakukan perawatan. Berdasarkan Manual book di MT. Gas widuri *inert gas sytem* bahwa silika gel harus diganti setiap 1 tahun sekali dengan bedasarkan running hours yang telah dijumlahkan menurut pemakaian setiap sebulannya

2. Tidak berfungsinya ADS *(air dryer system)* dengan optimal sesuai *set point* yang telah ditentukan.

Supaya mendapatkan hasil yang optimal dalam kinerja ADS yang diperlukan dalam hal tersebut adalah sebagai berikut :

a. Melakukan perawatan pada *air dryer system.*

Perawatan *air dryer system* dilakukan seharusnya sesuai jam kerja yang berpedoman kepada *manual book* yang ada diatas kapal,dikarenakan jika ADS dirawat dengan baik maka kinerja dari ADS akan menjadi optimal dalam mengeringkan gas lembam .

b. Melakukan pemeriksaan sesuai jangka waktu yang telah ditentukan.

Pemeriksaan komponen ADS atau komponen IGG secara berkala akan membuat para awal kapal tahu dan paham karakteristik dari permesinan dan tau bagian komponen apa yang harus diganti dan mana yang harus diperbaiki saat pemeriksaan atau inspeksi .

c. Melakukan perencanaan kerja dan komunikasi yang baik.

Dalam sebuah pekerjaan seharusnya sebelum melaksanakaan kegiatan pekerjaan harus ada perencanaan kerja dan berkoordinasi dengan pihak-pihak yang terkait dalam sebuah pekerjaan tersebut, sehingga pekerjaan dapat berjalan dengan baik dan aman. Selayaknya seperti pekerjaan dalam menjalankan prosses inerting, dalam hal ini harusnya ada koordinasi dan perencanaan kerja yang matang dalam sebuah kegiatan pekerjaan.

D. EVALUASI ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Dari berbagai alternatif pemecahan masalah yang telah dijelaskan diatas, maka dapat dilakukan evaluasi alternatif pemecahan masalah guna mendapatkan jawaban dari permasalahan tersebut.

Hal-hal yang disampaikan sehubungan dengan evaluasi pemecahan masalah pada *inert gas system* yaitu :

1. Meningkatnya *dew point* (titik embun) pada *inert gas generator.*

a. Melakukan pembersihan pada *filter air dryer system* dan pembersihan pada silika gel serta melakukan proses re - generasi.
Meningkatkan pengetahuan dan kemampuan para Masinis dalam hal perawatan dan perbaikan, dilakukan dengan melakukan proses re generasi sebelum memulai proses *inerting* serta pembersihan pada setiap komponen *air dryer system* tersebut.

1) Kelebihan alternatif ini adalah :

a) Mempengaruhi kinerja silika gel untuk menyerap kandungan gas lembam.
b) Faktor utama yang sangat mempengaruhi turunnya nilai *dew point.*

2) Kelemahan alternatif ini adalah :

a) Menguras tenaga, karena dalam proses pembersihan *air dryer system* unit memerlukan tenaga yang banyak untuk mengangkat silika gel yang jumlahnya sangat banyak.

b) Membuat kotor lantai pada saat kita membersihkan plate yang tersumbat.

c) Memerlukan waktu yang sangat lama.

b. Pembersihan silika gel.

Pembersihan silika gel dilaksanakan sesuai jam kerja dan untuk memperpanjang usia dari silika gel, semakain silika gel rutin untuk dibersihkan maka silika gel akan berfungsi dengan baik dan optimal.

1) Kelebihan alternatif ini adalah :

a) Mempengaruhi kinerja dari silika gel dan ADS dalam melaksanakan proses pengeringan gas lembam.

b) Salah satu komponen yang berperan penting dalam menurunkan kadar *dew point* pada gas lembam.

2) Kelemahan alternatif ini adalah :

a) Memerlukan banyak tenaga dan waktu yang dibutuhkan dalam proses pembersihan silika gel.

b) Membuat kotor lantai dikamar mesin dan sekitar kamar mesin.

2. Tidak berfungsinya ADS *(air dryer system)* dengan optimal sesuai *set point* yang telah ditentukan.

a. Perawatan pada *air dryer sytem*

Dengan melaksanakan PMS seperti pergantian silika gel atau *air dryer system* kita mencoba untuk mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, atau menemukan kerusakan dalam tahap ini. Ini berarti bahwa kita harus menggunakan metode tertentu untuk menelusuri perkembangan yang terjadi.

1). Kelebihan alternatif ini adalah :

a). Hasil perawatan akan stabil sesuai yang kita inginkan.

b). Lebih mudah dikerjakan.

2). Kelemahan alternatif ini adalah :

a). Memerlukan biaya yang sangat mahal.

b). Memerlukan jumlah tenaga kerja yang banyak.

b. Melakukan pemeriksaan sesuai jangka waktu pemeriksaan.

Perawatan ini biasanya terjadi dari pembukaan secara periodik mesin dan perlengkapan untuk menetukan apakah diperlukan penyetelan-penyetelan dan penggantian-penggantian. Jangka waktu untuk inspeksi biasanya didasarkan atas jam kerja atau waktu kalender. Tujuan dari pemantauan kondisi ini adalah untuk menemukan kembali informasi tentang kondisi dan perkembangannya, sehingga tindakan korektif dapat diambil sebelum terjadi kerusakan.

1). Kelebihan alternatif ini adalah :

a). Hasil perawatan akan stabil sesuai yang kita inginkan.

b). Memperlambat usia mesin.

c). Perawatannya tahan lama.

2). Kelemahan alternatif ini adalah :

a). Memerlukan biaya / *spare part* yang cukup banyak.

b). Waktu perawatan lebih lama.

c. Melakukan perencanaan kerja dan komunikasi yang baik

Dalam melakukan pekerjaan, perencanaan secara terjadwal harus lah di perhatikan secara baik dan dilakasanakan secara teratur guna mendapatkan hasil perawatan yang maksimal. Serta komunikasi antar perwira dengan perwira, *rating* dengan perwira ataupun *rating* dengan *rating* haruslah dilakasanakan dengan baik agar tidak terjadinya kesalahan komunikasi dalam perkerjaan ataupun hubungan diatas kapal. Komunikasi yang tidak baik ketika proses *inerting* ini dapat dijadikan faktor masalah atas keterlambatannya proses *inerting* yang dilakukan. Hal ini membuat faktor perencanaan perawatan menjadi terganggu.

1). Kelebihan alternatif ini adalah :

a). Terjalinnya komunikasi yang baik

b). Menghindari kekosongan komunikasi saat bekerja

2). Kekurangan alternatif ini adalah :

a). Memerlukan banyak tenaga kerja ketika melakukan proses

E. PEMECAHAN MASALAH

Setelah dilakukan evaluasi terhadap setiap alternatif pemecahan masalah, dapat ditentukan alternatif mana yang lebih tepat untuk dipilih sebagai pemecahan masalah yang lebih tepat, setelah memperhatikan kelebihan dan kelemahan dari evaluasi masalah, situasi kondisi dari subjek penelitian, maka pemecahan masalah yang tepat dari tiap-tiap masalah pokok di atas adalah sangat penting untuk menjaga *nilai Dew point s*esuai batas normal yang telah di tentukan. Hal ini karena apabila *inert gas system* yang lolos kedalam tanki muatan dengan kadar nilai *dew point* yang tinggi tentunya akan berakibat permasalahan lainnya didalam tanki muatan seperti terjadinya pembentukan es pada aliran aliran pipa yang menyebabkan kerusakan pompa akibat menghisap yang terlalu kuat dan terjadinya kevakuman selain itu tentunya akan terjadi pembentukan karat pada tanki muatan. hal ini harus diperhatikan lebih cermat lagi oleh masinis yang bertanggung jawab.

Berdasarkan dari faktor faktor ini maka evaluasi yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Meningkatnya *dew point* (titik embun) pada *inert gas generator*.

Meningkatnya *dew point* saat proses *inerting* merupakan akibat dari tidak maksimalnya kinerja *air dryer system*, yaitu *filter* yang terdapat di *air dryer system* sangat kotor dan silika gel tidak bekerja maksimal maka diambil di temukan pemecahan masalah tersebut adalah dengan membersihkan *filter* pada *air dryer system*, setelah dilakukanya pembersihan pada *filter air dryer system* maka diharapkan *dew point* akan turun dan proses *inerting* berjalan dengan lancar.

2. Tidak berfungsinya ADS *(air dryer system)* dengan optimal sesuai *set point* yang telah ditentukan.

Tidak berfungsinya ADS dengan optimal adalah menjadi masalah pada saat proses *inerting,* maka dari itu dengan melaksanakan perawatan pada ADS sesuai dengan *instruksi manual book* diharapkan ADS dapat bekerja dengan normal dan optimal agar proses *inerting* dapat berjalan dengan lancar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Meningkatnya *dew point* (titik embun) pada *Inert Gas Generator*

Terjadinya permasalahan ini disebabkan oleh beberapa faktor,antara lain :

a. Pengeringan yang tidak sempurna didalam *Air dryer system* terutama akibat pengaruh kinerja silika gel dalam menyerap kadar air.

b. Kurangnya perhatian dari *crew* diatas kapal terhadap perawatan *Air dryer system.*

c. Silika gel yang sudah kotor dan tidak bisa di gunakan kembali.

2. Tidak berfungsinya ADS *(air dryer system)* dengan optimal sesuai *set point* yang telah ditentukan.

Terjadinya permasalahan ini disebabkan oleh beberapa faktor,antara lain :

a. Kurangnya pengetahuan dan pemahaman *crew* kapal pada *inert gas generator* .

b. Kurangnya familiarisasi oleh *crew* yang lama kepada *crew* yang baru *handover.*

c. Tidak melakukan PMS (*plain maintenance system*) dengan benar .

B. SARAN

Pada kapal – kapal *tanker* terutama berbobot mati 20.000 DWT ke atas perlu dilengkapi dengan instalasi gas lembam / *Inert gas*, agar diharapkan tidak terjadi lagi bahaya kebakaran dan ledakan yang dapat menimbulkan korban berupa materi, muatan, pencemaran lingkungan laut serta jiwa manusia. Disamping itu perlu diadakan perhatian, pemeliharaan serta perawatan yang intensif dan rutin sesuai buku petunjuk yang ada pada intsalasi gas lembam maupun peralatan penunjangnya, dalam hal ini program yang disarankan adalah :

1. **Meningkatnya *dew point* (titik embun) pada *inert gas generator*.**

   Meningkatnya *dew point* saat proses *inerting* merupakan akibat dari tidak maksimalnya kinerja *air dryer system*, yaitu *filter* yang terdapat di *air dryer system* sangat kotor dan silika gel tidak bekerja maksimal maka diambil di temukan pemecahan masalah tersebut adalah dengan membersihkan *filter* pada *air dryer system*, setelah dilakukanya pembersihan pada *filter air dryer system* maka diharapkan *dew point* akan turun dan proses *inerting* berjalan dengan lancar.

2. **Tidak berfungsinya ADS *(air dryer system)* dengan optimal sesuai *set point* yang telah ditentukan.**

   Tidak berfungsinya ADS dengan optimal adalah menjadi masalah pada saat proses *inerting*, maka dari itu dengan melaksanakan perawatan pada ADS sesuai dengan *instruksi manual book* diharapkan ADS dapat bekerja dengan normal dan optimal agar proses *inerting* dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Diklat Perhubungan, *Gas Tanker Familiarization – Tanker Familiarization Course (TFC)*, Modul 3, 2000

Batty, Pieter. *"Inert Gas System and Crude Oil washing"* Jakarta "Erlangga". 1983

Dr. Lexy J. Moleong, M.A, ***" Metodologi penelitian Kualitatif "*** Edisi Revisi tentang metode penelitian. 2004

Istopo ***" Kapal dan Muatannya "*** Edisi – II Halaman 270 tentang pengoperasian LPG (*Liquified Petroleum Gas)*

Internationl Maritime Organization Edition 1990 "Inert gas System"

Journal of maritime research,Inert gas production : N2 Plant Vs Conventional Plant vol XII. No II (2015) pp 11-18 ISSN:1697-4040, www.jmr.unican.es (Diakses 10 November 2018).

Kamus Besar Bahasa Indonesia Edisi – 2, 2006Suwardi, M. Mar ***"Kamus Istilah Tanker"*** Jakarta 2006

Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta, *Advanced Training Liquified Gas Tanker Cargo Operations,* Jakarta 2016

LAMPIRAN I

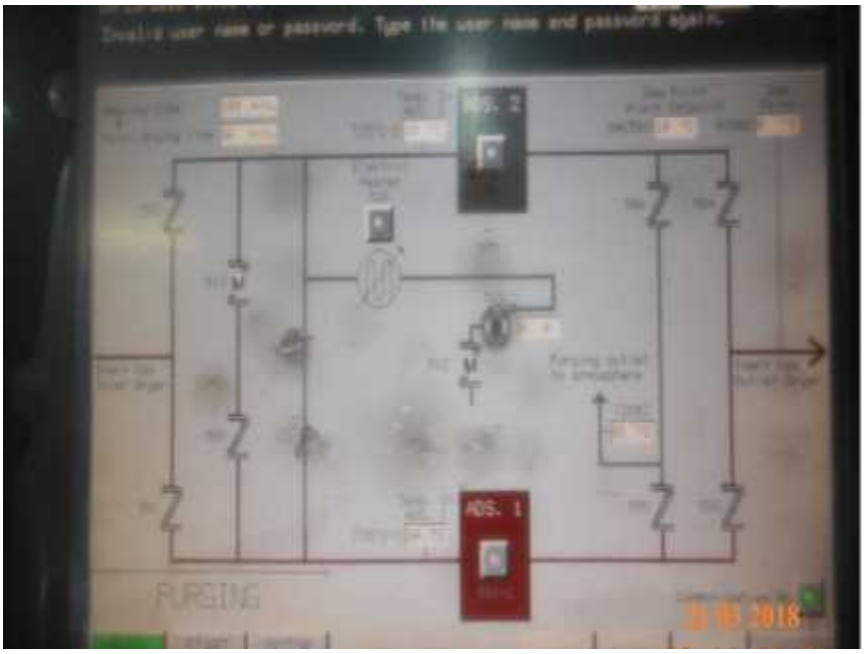


(KEADAAN SILIKA GEL AIR DRYER SYSTEM IGG YANG KOTOR DIDALAM TABUNG ADS)



(KEADAAN SILIKA GEL *AIR DRYER SYSTEM* IGG YANG SUDAH BERSIH DIDALAM TABUNG ADS)

LAMPIRAN II



(TEMPERATURE CONDITION OF AIR DRYER SYSTEM PROBLEM)



(TEMPERATURE CONDITION OF DEW POINT SYSTEM PROBLEM)

LAMPIRAN III

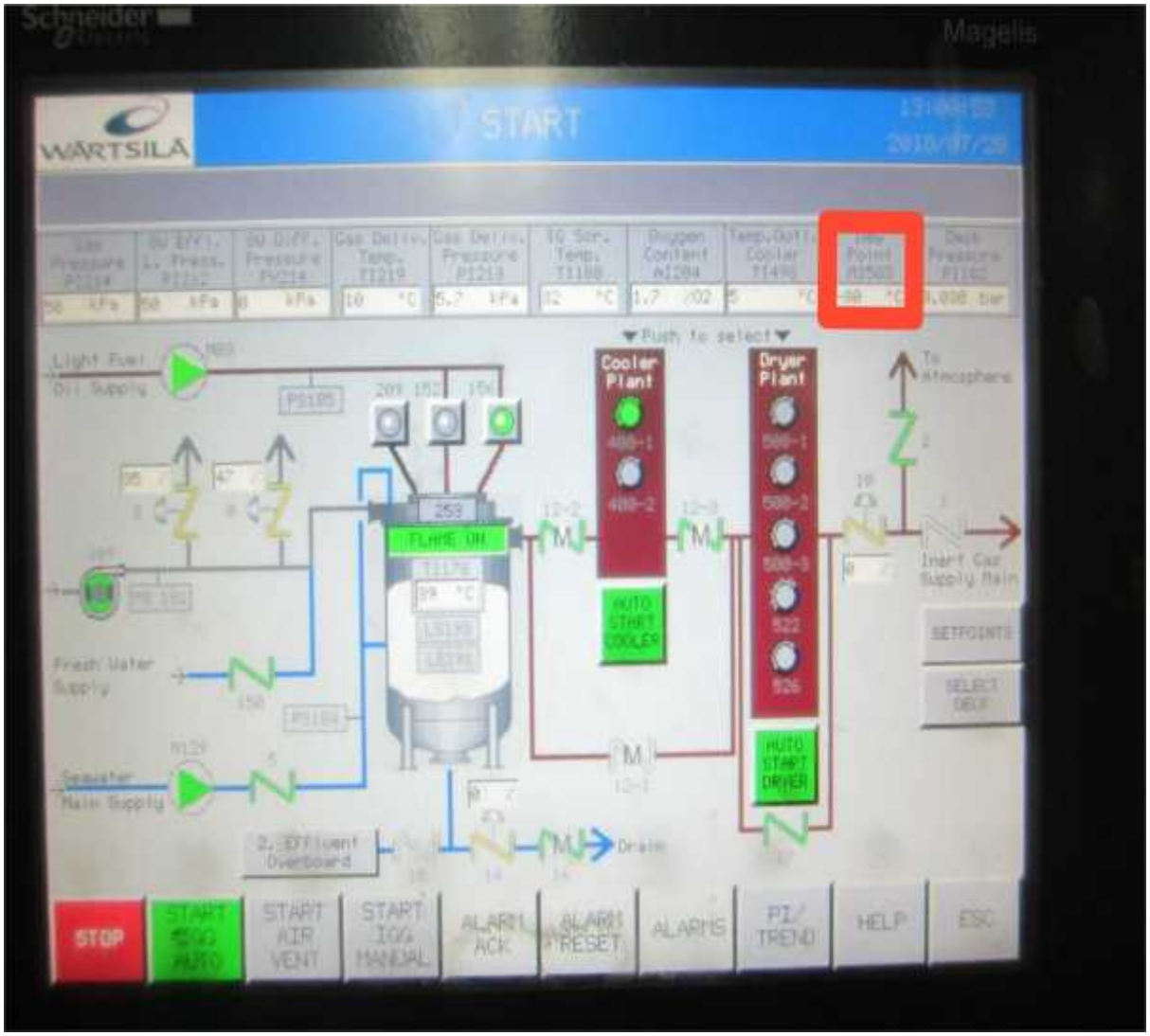


(DEMISTER SEPARATOR DI SRCUBER KEADAAN MASIH KOTOR)



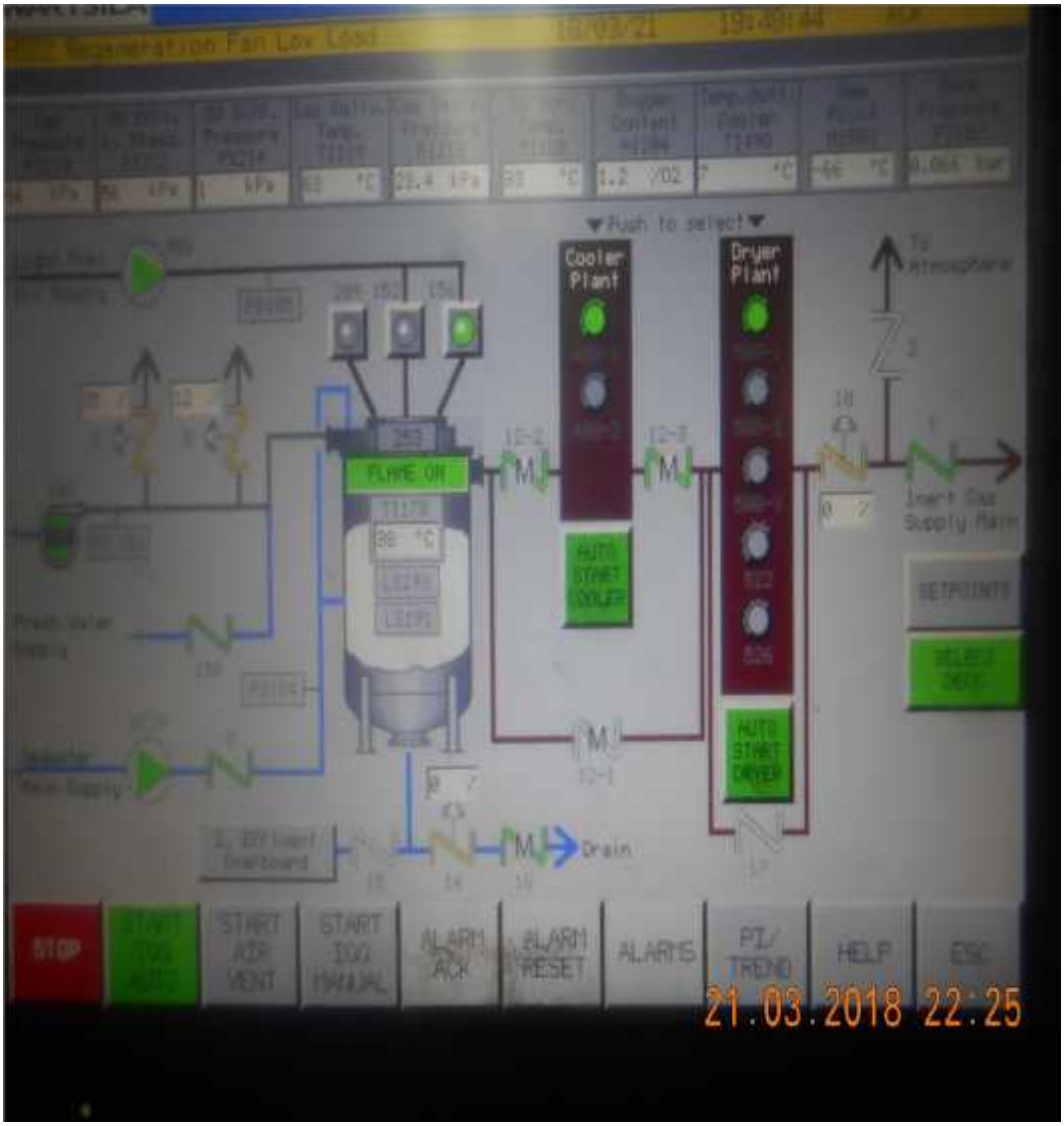
(DEMISTER SEPARATOR DI SRCUBER YANG SUDAH DIBERSIHKAN MENGGUNAKAN DETERJEN DAN CHEMICAL CARBON REMOVER)

LAMPIRAN IV



(DIAGRAM ALIRAN INERT GAS GENERATOR SEBELUM KOMPONEN ADS,SILIKA GEL,DEMISTER DIBERSIHKAN DAN VALVE MENUJU DECK TERTUTUP SEDANGKAN VALVE MENUJU ATMOSPHERE TERBUKA)

LAMPIRAN V



(DIAGRAM ALIRAN INERT GAS GENERATOR SESUDAH KOMPONEN ADS,SILIKA GEL,DEMISTER DIBERSIHKAN DAN DILAKUKAN PERAWATAN, VALVE MENUJU DECK TERBUKA SEDANGKAN VALVE MENUJU ATMOSPHERE TERTUTUP DAN KADAR DEW POINT SUDAH RENDAH)