

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**M A K A L A H**

**OPTIMALISASI PERAWATAN INSTALASI NITROGEN  
GAS GENERATOR UNTUK MENUNJANG  
KELANCARAN OPERASI PENGERINGAN GAS DAN  
PEMBUANGAN GAS PROPHANE PADA TANKI MUAT DI  
KAPAL MT GAS ARIA**

Oleh :

**ENDANG PERMANA**  
**N I S .02017/ T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - I  
J A K A R T A  
2023**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN  
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN  
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**MAKALAH**

**OPTIMALISASI PERAWATAN INSTALASI NITROGEN  
GAS GENERATOR UNTUK MENUNJANG  
KELANCARAN OPERASI PENGERINGAN GAS DAN  
PEMBUANGAN GAS PROPHANE PADA TANKI MUAT DI  
KAPAL MT GAS ARIA**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan  
Untuk Menyelesaikan Program ATT - I**

**Oleh :**

**ENDANG PERMANA  
NIS. 02017/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1**

**JAKARTA**

**2023**


**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**  
**BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN**  
**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PERSETUJUAN MAKALAH**


Nama : ENDANG PERMANA  
No. Induk Siwa : 02017/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN INSTALASI NITROGEN  
GAS GENERATOR UNTUK MENUNJANG  
KELANCARAN OPERASI PENGERINGAN GAS DAN  
PEMBUANGAN GAS PROPHANE PADA TANKI  
MUAT DI KAPAL MT GAS ARIA

Pembimbing I,

  
**Pande Irianto Subandrio Siregar M.M**  
Pembina Utama (IV/c)

NIP.19620522 199703 1 001


Pembimbing II,

  
**Bosin Prabowo, M. M.ar.E**  
Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19780110 200604 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknika

  
**Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M**  
Penata TK. I (III/d)  
NIP. 19800605 200812 1 001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**  
**BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN**  
**SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**



**TANDA PENGESAHAN MAKALAH**

Nama : ENDANG PERMANA  
No. Induk Siwa : 02017/T-I  
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I  
Jurusan : TEKNIKA  
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN INSTALASI NITROGEN  
GAS GENERATOR UNTUK MENUNJANG  
KELANCARAN OPERASI PENGERINGAN GAS DAN  
PEMBUANGAN GAS PROPHANE PADA TANKI  
MUAT DI KAPAL MT GAS ARIA

Penguji I

**Muhammad Ridwan, S.Si.T.,MM**

Penata Tk.1 (III c)

NIP. 1978070 7200912 1 005

Penguji II

**Mudakir, S.Si.T.,MT**

Penata Tk.1 (III d)

NIP. 1979111 6200502 1 001

Penguji III

**M. Ely Ridwan, MT**

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 1972060 2199808 1 001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknika

**Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M**

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkah dan rahmat serta karunia-nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :  
**OPTIMALISASI PERAWATAN INSTALASI NITROGEN GAS GENERATOR  
UNTUK MENUNJANG KELANCARAN OPERASI PENDINGINAN GAS DAN  
PEMBUANGAN GAS PROPHANE PADA TANKI MUAT DI KAPAL MT GAS  
ARIA**

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknik Tingkat - I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat :

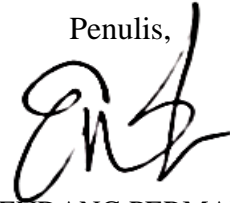
1. H. Ahmad Wahid, S.T., M.T, M.Mar.E, selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak Pande Irianto Subandrio Siregar, MM, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Bosin Prabowo,M.Mar.E, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.
7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta

keluarga saya, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

Akhir kata semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, 28 November 2023

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Endang Permana', written in a cursive style.

ENDANG PERMANA

NIS. 02017/T-1

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TANDA PERSETUJUAN MAKALAH</b> .....	ii
<b>TANDA PENGESAHAN MAKALAH</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	5
D. Metode Penelitian .....	6
E. Waktu dan Tempat Penelitian .....	8
F. Sistematika Penulisan .....	8
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Tinjauan Pustaka .....	10
B. Kerangka Pemikiran .....	21
 <b>BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Data .....	22
B. Analisis Data .....	28
C. Pemecahan Masalah .....	33
 <b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	40
B. Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	43
<b>LAMPIRAN</b>	

### ***DAFTAR LAMPIRAN***

- Lampiran 1 : Ship Particular
- Lampiran 2 : Crew List
- Lampiran 3 : Record trial running test of PSA Unit
- Lampiran 4 : Record trial running test of Compressor air
- Lampiran 5 : Calibration ZERO and SPAN adjusting
- Lampiran 6 : Air and Oil system
- Lampiran 7 : Flow diagram



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Angkutan laut merupakan sarana transportasi yang sangat besar perannya di dalam mendistribusikan barang, minyak, gas dan lain – lain dari daerah yang satu dengan daerah yang lainnya. Dengan semakin berkembangnya industri minyak dan gas bumi pada saat ini, maka sangat dibutuhkan alat transportasi untuk pengangkutan minyak dan gas baik LPG (liquid petroleum gas) maupun LNG (liquid natural gas).

Armada kapal pengangkut LPG dilengkapi dengan suatu sistim yang dikenal dengan nama sistim nitrogen gas generator. System nitrogen gas generator adalah suatu system yang berfungsi untuk menyuplai nitrogen murni atau ke dalam *hold space* (lapisan terluar dari tangki muatan), *Cofferdam* (ruangan diantara tangki muatan), *duct keel* (ruangan dibawah tangki muatan), pipa - pipa muatan, pesawat - pesawat bantu muatan, dan juga tangki muatan, dengan tujuan agar daerah yang akan disuplai dengan gas lembam ini bersih dari gas-gas yang mudah terbakar dan juga memiliki kandungan uap air yang rendah. Jadi system ini sangat berperan dalam kelancaran operasi dock dimana pada saat dock kapal harus bersih dari gas yang mudah terbakar dalam hal ini dikapal M/T Gas Aria adalah gas propane dan proses pengeringan *hold space*, *cofferdam* dan *duct keel*.

Kelancaran pengoperasian penyupalaian nitrogen ini sangat dipengaruhi oleh baik atau buruknya perawatan dari nitrogen gas generator. Nitrogen gas generator ini sendiri dilengkapi dengan beberapa jenis permesinan bantu dan beberapa parameter seperti *COMPRESSOR*, *AIR DRYER SYSTEM* dan *PSA (PRESSURE SWING ADSORPTION)*, *OXYGEN METER*, *DEW POINT METER* yang kesemuanya memiliki fungsi

husus dalam menunjang kelancaran penyuplaian nitrogen murni ke *Cofferdam, Duct keel, Void space*, Pipa muat, dan juga tangki muatan. Kelancaran pengoperasian nitrogen gas generator ini juga dipengaruhi oleh kualitas tenaga kerja, dimana tenaga kerja atau operator harus mengerti dengan baik tujuan yang ingin dicapai, prosedur pengoperasian dan perawatan dari nitrogen gas generator ini, Faktor lain yang juga sangat menunjang kelancaran operasi nitrogen gas generator ini adalah tersedianya suku cadang yang memadai di atas kapal.

Melihat pada pentingnya kelancaran pengoperasian nitrogen gas generator dan melihat pada kenyataannya bahwa penulis menemui beberapa permasalahan yang membuat kinerja nitrogen gas generator yang ada di kapal MT Gas Aria ini belum optimal, maka penulis tertarik untuk membuat makalah dengan tujuan sebagai referensi bagi teman-teman yang bekerja di atas kapal dengan judul :

**” OPTIMALISASI PERAWATAN INSTALASI NITROGEN GAS  
GENERATOR UNTUK MENUNJANG KELANCARAN OPERASI  
PENGERINGAN UDARA DAN PEMBUANGAN GAS PROPHANE  
PADA TANGKI MUAT DI KAPAL MT GAS ARIA ”**

**B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH**

**1. Identifikasi Masalah**

Kurang optimalnya pengoperasian dari nitrogen gas generator ini dapat berpengaruh pada terganggunya kinerja nitrogen gas generator ini sehingga dapat menghambat proses pengeringan udara dan pensuplaian nitrogen murni pada *cofferdam, duct keel, hold space* dan tangki muat di kapal MT GAS ARIA.

Beberapa permasalahan yang mengindikasikan belum optimalnya pengoperasian N<sub>2</sub> Generator yang dapat membuat kinerja sistem gas lembam ini menjadi tidak optimal berdasarkan pengamatan penulis

selama melakukan penelitian pada periode kerja selama 7 bulan diatas kapal MT GAS ARIA adalah :

1. Kurang pahamnya operator tentang nitrogen gas generator.
2. Rendahnya titik embun (*dew point gas*) yang dihasilkan.
3. Tingginya titik embun (*dew point gas*) yang dihasilkan.
4. Bocornya pipa-pipa pendingin air laut.
5. Tingginya kadar oksigen pada gas.
6. Rendahnya tekanan kondensor (*condenser pressure*)
7. Kotornya *automatic drain trap*.
8. Rusaknya penggerak pada *control valve*.

## **2. Batasan Masalah**

Melihat pada banyaknya permasalahan yang diamati oleh penulis dan untuk membatasi kajian agar pembahasan tidak melebar, maka penulis membatasi masalah pada kurang optimalnya pengoperasian N<sub>2</sub> Generator diatas kapal MT Gas Aria dengan type TNGH-305-TUX yang dipengaruhi oleh faktor :

1. Rendahnya titik embun (*dew point gas*).
2. Rendahnya tekanan kondensor (*condenser pressure*).
3. Tingginya kadar oksigen pada gas.

## **3. Rumusan Masalah**

Kurang optimalnya pengoperasian nitrogen gas generator dapat berpengaruh terhadap kinerja nitrogen gas generator itu sendiri. beberapa indikasi kurang optimalnya pengoperasian nitrogen gas

generator dapat dilihat dari beberapa permasalahan yang telah disebutkan oleh penulis pada pembatasan masalah.

1. Rendahnya titik embun (*dew point* gas).

Kinerja sistem nitrogen gas generator ini akan menjadi kurang optimal apabila *dew point* dari gas yang dihasilkan rendah, *dew point* pada gas yang dihasilkan pada system gas lembam berpengaruh pada kadar uap air yang terkandung didalam gas dan berdampak pada lembabnya gas yang dihasilkan oleh sistem nitrogen gas generator ini, untuk itu penulis berusaha untuk memecahkan permasalahan ini dengan menguraikan fakta-fakta yang diperoleh selama penulis melaksanakan tugas nya sebagai masinis yang bertanggung jawab dalam pengoperasian dan perawatan nitrogen gas generator ini dan menghubungkannya dengan tinjauan pustaka yang diperoleh pada manual book dan buku-buku lain yang relevan dengan masalah ini.

2. Rendahnya *condenser pressure*.

Rendahnya *condenser pressure* ini dapat berpengaruh pada kelancaran pengoperasian nitrogen gas generator, dimana apabila tekanan condenser berkurang maka nitrogen gas generator akan mati secara otomatis.

3. Tingginya kadar oksigen pada gas.

Tingginya kadar oksigen pada nitrogen gas generator berpengaruh pada tidak tercapainya kondisi kelembaman pada gas. Target kadar oksigen yang harus dicapai berdasarkan buku petunjuk pengoperasian adalah 0.5 %. by volume. Untuk itu apabila hal ini terjadi tentunya harus diadakan pengecekan tentang penyebab tingginya kadar oksigen yang dihasilkan dan hal ini dapat menghambat kelancaran pelembaman atau pembuangan gas hidrokarbon ditangki muatan.

Perumusan masalah sebagai berikut :

1. Apa penyebab titik embun (dew point) rendah.

Dew point yang rendah akan menyebabkan kinerja dryer pada nitrogen gas generator tidak bekerja secara optimal sehingga pengeringan udara pada tanki muat tidak berjalan secara optimal. Rendahnya dew point diakibatkan oleh tingginya kandungan uap air yang terdapat pada gas yang dihasilkan dalam sistem ini, hal ini terjadi akibat tidak maksimalnya kinerja *freon cooler* dan air *dryer system*.

2. Apa penyebab rendahnya tekanan kondensor (Condenser Pressure).

Rendahnya tekanan condenser akan menyebabkan proses purging pada tanki muat tidak berjalan secara optimal sebab PSA sistem akan berhenti secara otomatis atau trip.

3. Apa penyebab tingginya kadar oksigen pada gas.

Kadar oksigen yang tinggi dapat menjadi masalah besar pada proses pelebaman tangki muatan dan pipa-pipa muatan pada proses dock karena tingginya kadar oksigen tidak memenuhi syarat yang diinginkan dalam proses pencegahan terjadinya kebakaran atau ledakan. Hal ini dapat mengganggu proses purging pada tanki muat.

### C. TUJUAN DAN MANFAAT PENULISAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan makalah ini adalah untuk mengetahui penyebab kurang optimalnya pengoperasian dan perawatan nitrogen gas generator ini dan mencari solusi untuk memecahkan masalah-masalah yang dapat membuat pengoperasian nitrogen gas generator ini menjadi kurang optimal yang dapat berdampak pada terganggunya kinerja dari nitrogen gas generator seperti yang telah dirumuskan dalam pembatasan masalah mengingat

terlalu banyaknya masalah - masalah yang dapat membuat kinerja nitrogen gas generator ini menjadi kurang optimal dan juga diharapkan penulisan makalah memberi manfaat praktis bagi setiap pembaca.

#### **D. METODE PENELITIAN**

##### **1. Metode pendekatan.**

Dalam menyusun makalah ini penulis menggunakan metode pendekatan non eksperimen yaitu studi kasus dan problem solving.

##### **2. Teknik pengumpulan data.**

Teknik pengumpulan data yang penulis gunakan dalam penyusunan makalah ini didasarkan pada fakta dan informasi yang diperoleh penulis selama bekerja diatas kapal ditambah dari buku-buku yang penulis baca mengenai permasalahan yang penulis bahas dalam makalah ini yang dapat dijadikan sebagai acuan penyusunan makalah. Teknik pengumpulan data yang penulis gunakan dalam penyusunan makalah ini adalah :

##### **a. Observasi**

Yaitu dengan mengadakan pengamatan secara langsung diatas kapal dimana penulis pernah bekerja.

Tujuan dari observasi ini adalah untuk mendapatkan data primer atau data sekunder.

1. Data primer, yaitu data yang diperoleh dan dikumpulkan langsung di lapangan atau di atas kapal.

2. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari studi kepustakaan dan dari pihak - pihak yang berhubungan dengan pelaksanaan penelitian.

Dalam penelitian ini penulis melakukan observasi berdasarkan pada pengalaman, data teknik pengamatan selama bekerja

diatas kapal. Dalam teknik pengamatan ini dapat dibedakan menjadi beberapa bagian diantaranya :

a) Teknik pengamatan langsung.

Adalah pengamatan yang dilakukan tanpa menggunakan peralatan khusus, jadi penulis langsung mengamati dan mencatat segala sesuatu yang diperlukan pada saat terjadinya proses. Disini penulis dapat melihat langsung pada alat atau komponen yang sedang diamati. Hal ini dilakukan selama penulis bekerja diatas kapal MT Gas Aria.

b) Teknik pengamatan tak langsung

Adalah teknik pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan peralatan tertentu. Dalam hal ini dapat dilakukan melalui system alarm yang ada di *nitrogen generator room*.

b. Wawancara

Wawancara terbuka dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan yang sehubungan dengan pembatasan masalah dimana yang dilakukan antara penulis dengan orang yang memiliki kompetensi dengan nitrogen gas generator dan juga dengan masinis terdahulu atau masinis yang sekarang menjabat diatas kapal.

c. Dokumentasi

Dalam hal ini penulis membaca dan mempelajari catatan perawatan yang ditulis oleh masinis sebelumnya atau yang penulis buat selama bekerja diatas kapal serta membaca dan mempelajari buku petunjuk pengoperasian dari sistem ini.

d. Studi pustaka

Studi pustaka adalah teknik cara mencari data dengan merujuk pada isi buku-buku referensi yang digunakan dalam penulisan dan juga dijadikan pedoman bagi penulis dalam penulisan tinjauan pustaka, serta dapat dijadikan sebagai pendalaman untuk memecahkan suatu masalah yang akan dibahas dalam penulisan makalah ini.

Buku-buku panduan yang penulis gunakan sebagai referensi dalam penyusunan makalah ini tercantum pada daftar pustaka.

3. Subjek penelitian.

Yang menjadi subjek penelitian dalam penulisan makalah ini adalah sistem gas lembam diatas Kapal MT Gas Aria.

4. Teknik analisis data.

Teknik analisis yang digunakan penulis dalam penulisan makalah ini adalah dengan metode deskriptif kualitatif dimana penulis berusaha mengungkapkan suatu masalah dan keadaan sebagaimana adanya sehingga hanya mengungkapkan fakta dengan didukung oleh tinjauan pustaka.

**E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN**

Penulis mengadakan penelitian pada saat bekerja diatas kapal M/T Gas Aria bejenis *Liquified petroleum gas Tanker* selama 7 bulan dari bulan Januari 2023 sampai dengan Agustus 2023

**F. SISTEMATIKA PENULISAN**

Makalah ini disusun secara sistematika sesuai dengan buku petunjuk yang dikeluarkan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta dengan



harapan agar makalah ini dapat dengan mudah dimengerti, dimana makalah ini terdiri atas 4 bab dengan susunan sebagai berikut :

#### Bab I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah dan pemilihan judul,identifikasi masalah,rumusan masalah,tujuan dan manfaat penelitian,metode penelitian,waktu dan tempat penelitian serta sistematika penulisan.

#### Bab II : LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan tentang kajian-kajian teori yang relevan dengan permasalahan yang dihadapi penulis dan diakhiri dengan kerangka pemikiran

#### Bab III : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang deskripsi data berupa masalah-masalah yang pernah penulis alami selama diatas kapal pada saat penulis melakukan penelitian, menganalisa data yang dialami selama melakukan peniltian dan menguraikan beberapa alternatif pemecahan masalah kemudian menganalisanya dan memilih pemecahan masalah yang menurut penulis lebih baik.

#### Bab IV : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan kesimpulan dan saran yang diharapkan berguna bagi penulis atau para pembaca.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

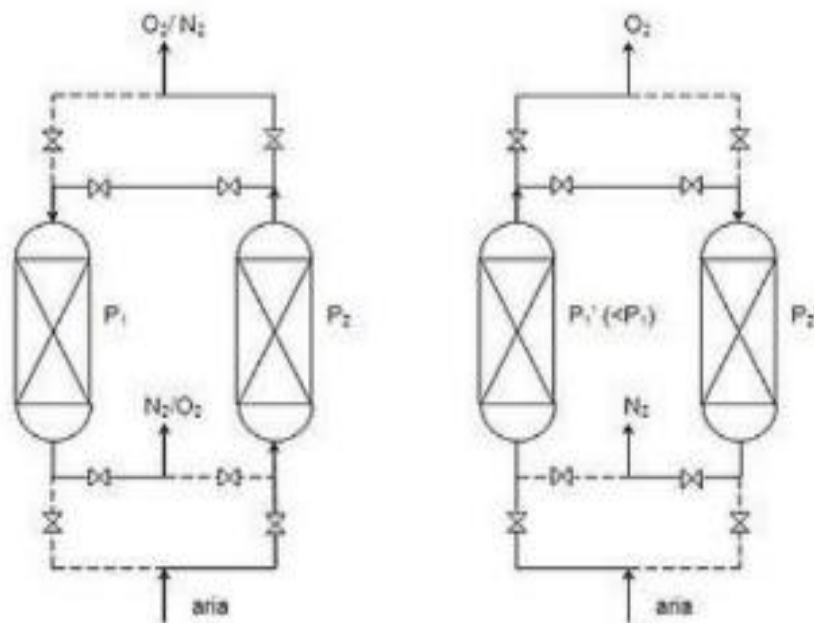
#### A. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut William C Reynolds dalam bukunya yang berjudul : “Thermodynamika Teknik ( 1991 : 356 )” menjelaskan apabila suatu campuran udara uap air yang tak jenuh didinginkan pada tekanan konstan, campuran lambat laun akan mencapai temperatur jenuh yang berkorespondensi dengan tekanan parsial uap air, temperatur ini disebut temperatur titik embun (“*Dew Point Temperature*”), karena dikaitkan dengan pembentukan berbagai butir cairan (embun). Makin rendah *dew point* suatu gas atau udara maka makin tinggi kadar uap air yang terkandung didalam gas atau udara tersebut. Sehingga apabila gas atau udara yang disupply ke *Hold Space* (Lapisan terluar dari tangki muatan dengan *type spherical* atau *type “B” tank*) atau *Cofferdam* (ruangan diantara tangki muatan pada *membrane type* atau *type “A” tank*) itu memiliki *dew point* yang rendah maka butir-butir cairan (embun) akan terbentuk didalam *Hold Space* atau *Cofferdam* dan memiliki pengaruh negatif bagi ruangan-ruangan tersebut atau juga berpengaruh negatif bagi tangki muatan atau muatan yang terdapat didalamnya baik dalam menjaga kestabilan tekanan tangki atau kerusakan lapisan cat pada permukaan dinding-dinding *cofferdam* yang dapat mempercepat proses perkaratan.

Nitrogen gas generator ini didukung oleh beberapa permesinan bantu yaitu :

1. PSA (*Pressure Swing Adsorption*) merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk memisahkan beberapa jenis gas dari campuran gas sesuai dengan jenis karakteristik molekuler dan afinitas dari bahan *adsorben*. Proses dari *pressure swing adsorption* ini bergantung pada fakta yang menyatakan bahwa gas dibawah tekanan cenderung tertarik pada

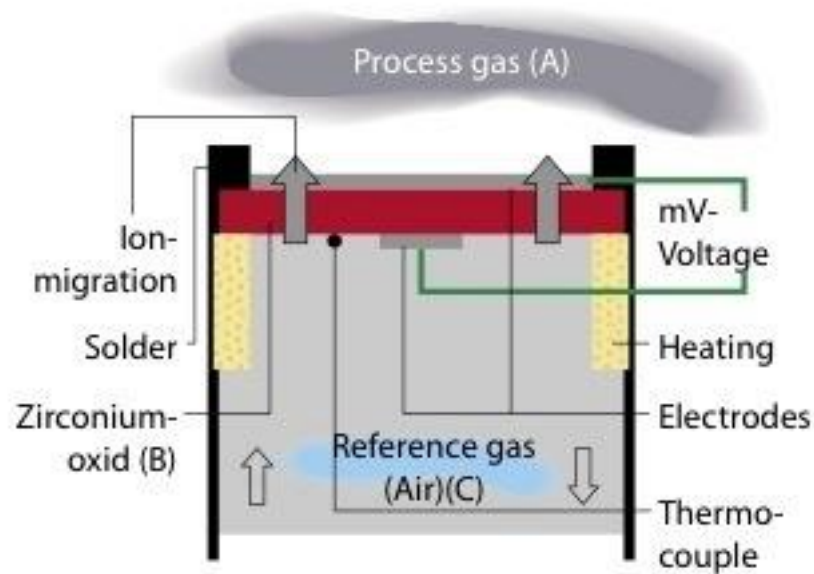
permukaan padatan atau teradsorpsi. Semakin tinggi tekanan, semakin banyak gas yang terserap. Apabila tekanan diturunkan gas akan dilepas. Proses PSA (Pressure Swing Adsorption) dapat digunakan untuk memisahkan gas dalam campuran gas. Karena tiap gas memiliki kecenderungan penyerapan yang berbeda. Kuat atau lemah terhadap permukaan padatan. Misalnya jika campuran seperti udara dialirkan dibawah tekanan melalui suatu bejana yang berisi suatu *adsorbent*, yang menarik lebih banyak nitrogen daripada oksigen. Sebagian besar atau seluruh nitrogen akan tetap berada di dalam bed. Sedangkan gas yang keluar dari bejana akan diperkaya oleh oksigen. Ketika bed mencapai akhir kapasitasnya untuk menyerap nitrogen bed dapat diregenerasikan dengan cara menurunkan tekanan sehingga melepaskan nitrogen yang teradsorpsi. Dengan begitu bed dapat digunakan kembali untuk memproduksi udara yang kaya akan oksigen (<https://www.scribd.com>)



**Gambar 2.1**  
**Pressure Swing Adsorption**

a. Oksigen analizer

Adalah alat ukur yang digunakan untuk menghitung kandungan oksigen dalam flue gas.



**Gambar 2.2**  
***Oksigen analyzer***

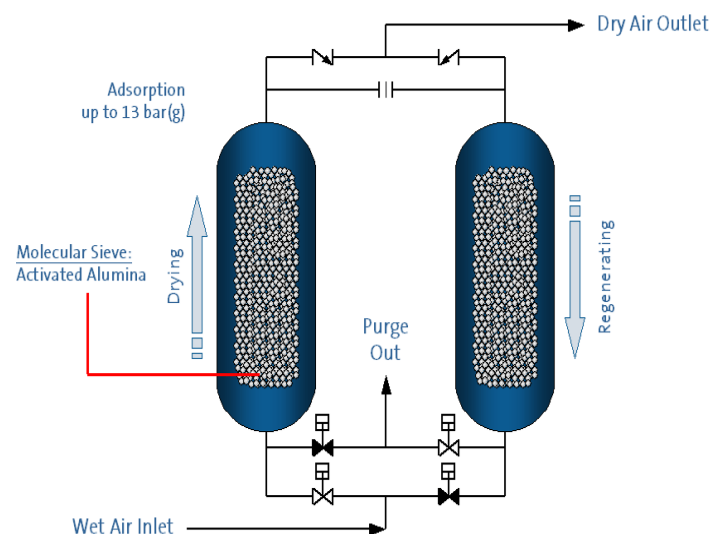
Udara proses (A) yang konsentrasi kandungan O<sub>2</sub>-nya tidak diketahui, mengalir di luar probe pengukur yang tertutup oleh sebuah elemen berbahan zirconium-oxide (B). Dan di sisi lain ada gas referensi (C) dengan kandungan oksigen yang diketahui mengalir di dalam elemen zirconium-oxide. Pada temperatur yang optimal, elemen ini diberikan tegangan listrik tertentu dalam mV. Dan pada temperatur yang konstan di elemen tersebut, besar tegangan ini hanya tergantung oleh perbandingan konsentrasi oksigen (partial pressure) antara (A) dan (C). Partial pressure adalah tekanan suatu gas apabila ia berada sendirian pada suatu volume tertentu. Pada suatu campuran gas yang ideal, masing-masing gas memiliki partial pressure sendiri-sendiri. Menggunakan udara (dengan kandungan oksigen konstan 20,95%) sebagai gas referensi, tegangan

yang diberikan pada elemen merupakan besaran langsung yang menunjukkan konsentrasi oksigen pada gas proses (A), hal ini menjelaskan adanya sifat isolasi antara gas proses dan gas referensi (pada elemen zirconium-oxide), yang besar perubahannya merupakan besar perubahan excess air dari flue gas. ( <http://artikel-teknologi.com/oxygen-analyzer-alat-ukur-excess-air/>)

b. Flow meter

Adalah alat yang digunakan untuk mengetahui adanya suatu aliran material (*liquid, gas, powder*) dalam suatu jalur aliran, dengan segala aspek aliran itu sendiri yaitu kecepatan aliran atau *flow rate* dan total masa atau volume dari material yang mengalir dalam jangka waktu tertentu atau sering disebut dengan istilah totalizer. Dengan diketahuinya parameter dari aliran suatu material oleh alat ukur *flowmeter* yang dikirim berupa data angka dapat juga diteruskan guna menghasilkan aliran listrik atau sinyal yang bisa digunakan sebagai input pada control atau rangkain elektrik lainnya.

c. PSA dryer



**Gambar 2.3**  
**PSA dryer**

*PSA dryer (pressure swing adsorption dryer)* merupakan teknologi yang banyak dipakai pada sistem pengering udara bertekanan (*dryer*). *Dryer PSA* ini terdiri dari dua kolom yang berisi *desiccant (dessicant chambers)*. Molekul uap air yang terkandung dalam udara bertekanan akan diserap oleh *dessicant* saat dilewatkan melalui kolom *On-line* dan udara kering yang keluar dialirkan ke tangki penyimpanan selanjutnya dapat dipakai untuk berbagai keperluan. Molekul *sieve* punya kemampuan terbatas dalam menyerap uap air, setelah jenuh harus diregenerasi dengan mengalirkan sebagian udara kering dari kolom *On-line* ke kolom *Off-line* dan kemudian dibuang (*purging*) melalui *silencer*. Ke-dua kolom secara bergantian *On-line* dan *Off-line*. Siklus proses dapat dilihat seperti gambar ilustrasi diatas.

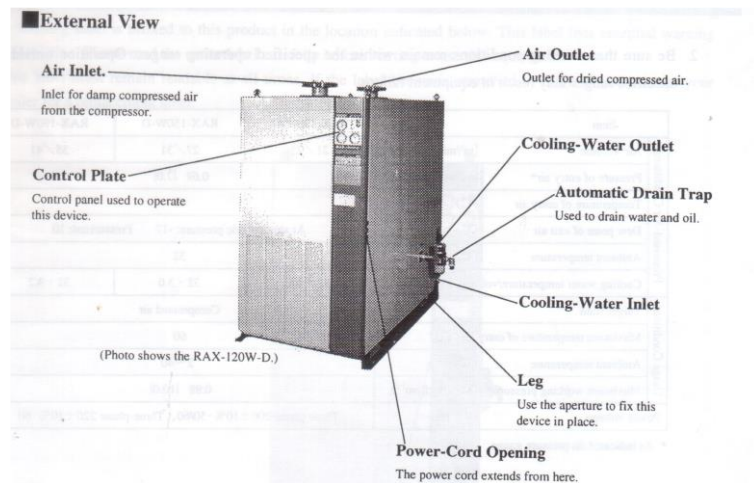
( [http://filterairsegar.com/industrial\\_compressor\\_dryer.html](http://filterairsegar.com/industrial_compressor_dryer.html) ).

## 2. Freon cooler (freon R-507).

Adalah sistem yang digunakan untuk menurunkan temperature gas yang dihasilkan oleh sistem gas lembam dan berpengaruh pada *dew point* gas tersebut. Sistem ini menggunakan *freon R507* sebagai media pendingin.

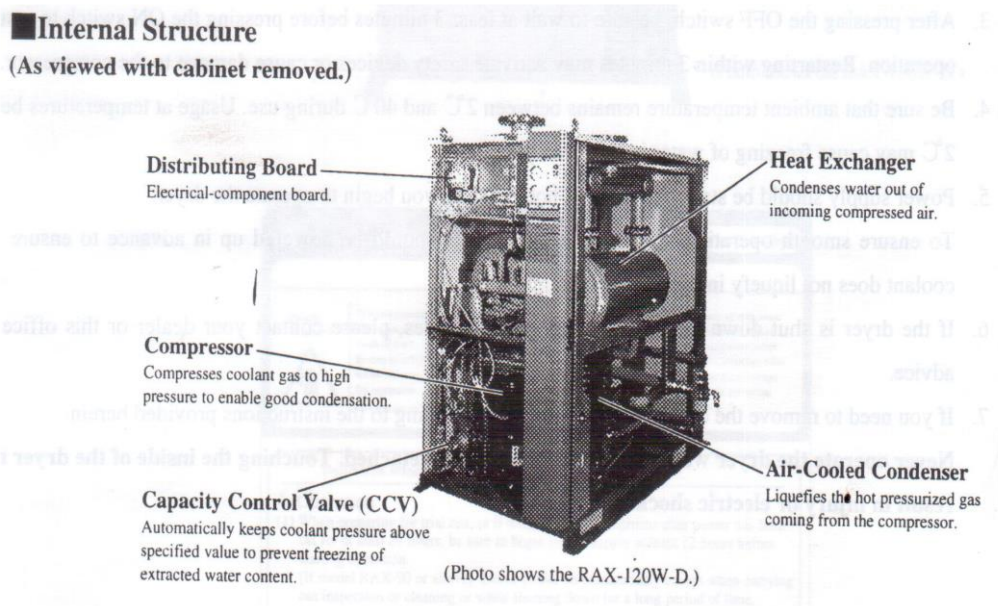
## 3. Air Dryer System

Adalah sistem yang berfungsi untuk menyerap kandungan air pada gas yang dihasilkan, jadi sistem ini berfungsi untuk menurunkan *dew point* gas yang dihasilkan. Sistem ini Menggunakan 2 tower yang bekerja bergantian, tiap tower bekerja selama 6 jam. Tower-tower ini diisi oleh alumina (memiliki fungsi yang sama dengan silicagel untuk menyerap uap air yang dikandung gas atau udara yang melewatinya). Apabila tower No.1 berada pada posisi bekerja maka tower No.2 berada pada posisi regeneration (pengeringan) dengan menghembuskan udara panas dengan menggunakan blower, udara panas yang dihasilkan berasal dari pemanas listrik atau pemanas uap dengan temperature 150°C sampai 220°C ke dalam tower dan dibuang ke atmosfir.



**Gambar 2.4**

**Air dryer external view**



**Gambar 2.5**

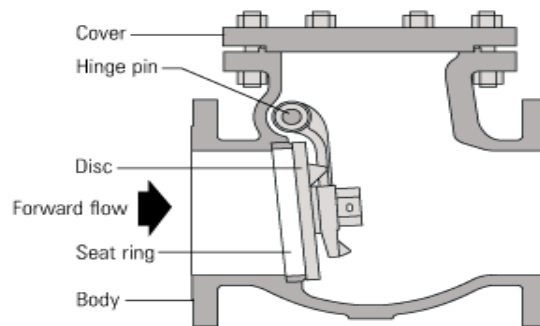
**Air dryer internal view**

*(instruction manual book)*

**4. Non Return valve (swing check valve)**

Adalah katup yang berfungsi untuk menjaga agar tidak terjadi tekanan balik pada system gas lembam. Katup ini terdiri atas dua katup yang bekerja secara seri agar dapat bekerja dengan lebih aman.

*Swing check valve* terdiri atas sebuah disk seukuran dengan pipa yang digunakan, dan dirancang menggantung pada poros (*hinge pin*) di bagian atasnya.



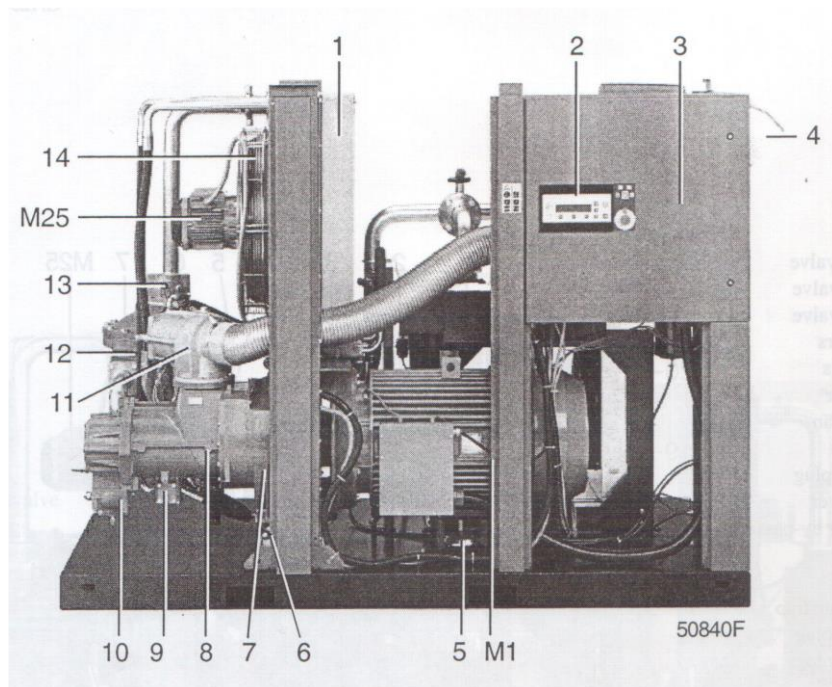
**Gambar 2.6**  
***Swing check valves***

Apabila terjadi aliran maju atau *forward flow*, maka disk akan terdorong oleh tekanan sehingga terbuka dan fluida dapat mengalir menuju saluran *outlet*. Sedangkan apabila terjadi aliran balik atau *reverse flow*, tekanan fluida akan mendorong disk menutup rapat sehingga tidak ada fluida yang mengalir. Semakin tinggi tekanan balik semakin rapat disk terpasang pada dudukannya. ( <http://dallavalve.blogspot.co.id/2014/07/check-valve.html> )

##### 5. Air compressor

*Air Compressor* Adalah udara yang dipampatkan atau dipadatkan dan disimpan dibawah tekanan yang lebih besar dari tekanan atmosfer.





**Gambar 2.7**

***Air compressor***

Keterangan gambar :

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. <i>Oil cooler</i>         | 9. <i>Minimum pressure valve</i>  |
| 2. <i>Control panel</i>      | 10. <i>Cooling fan</i>            |
| 3. <i>Electric cabinet</i>   | 11. <i>Drive motor</i>            |
| 4. <i>Power supply inlet</i> | 12. <i>Fan motor</i>              |
| 5. <i>Vibration damper</i>   | 13. <i>Minimum pressure valve</i> |
| 6. <i>Gear casing</i>        | 14. <i>Cooling fan</i>            |
| 7. <i>Oil stop valve</i>     | M1. <i>Drive motor</i>            |
| 8. <i>Air receiver</i>       | M25. <i>Fan motor</i>             |

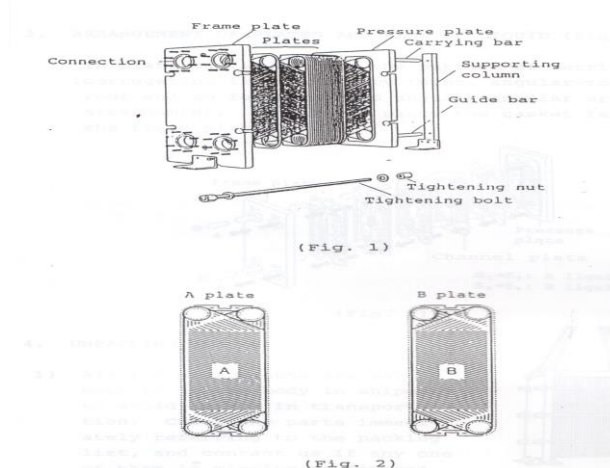
1. *Oil cooler* adalah suatu alat yang berfungsi untuk mencegah terjadinya panas berlebihan pada minyak lumas.
2. *Control panel* adalah suatu alat yang digunakan untuk mengontrol pengoperasian dari permesinan.
3. *Electric cabinet* adalah tempat untuk menyimpan alat-alat yang berhubungan dengan kelistrikan.

4. *Power suplay inlet* adalah suatu alat atau tenaga yang mampu menyuplai tenaga atau tegangan listrik secara langsung dari sumber tegangan listrik ke tegangan listrik lainnya.
5. *Vibration damper* adalah adalah suatu alat yang digunakan untuk meredam dari getaran.
6. *Gear casing* adalah alat untuk melindungi roda gigi.
7. *Oil stop valve* adalah katup yang berfungsi untuk memberhentikan laju dari minyak lumas.
8. *Air receiver* adalah alat yang digunakan penerimaan udara bertekanan.
9. *Minimum pressure valve* adalah katup yang digunakan sebagai penerima udara yang bertekanan rendah.
10. *Cooling fan* adalah alat yang digunakan sebagai pendingin udara.
11. *Drive motor* adalah alat yang digunakan sebagai penggerak motor.
12. *Fan motor* adalah alat yang digunakan sebagai pendingin motor.

( *instruction manual book* )

#### 6. Flat heat exchanger

Adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari *system* ke *system* lain dan dapat berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin.



**Gambar 2.8**

#### **Heat Exchanger**

(*instruction manual book*)

## B. KERANGKA PEMIKIRAN

Untuk dapat mengoptimalkan pengoperasian sistim gas lembam  $N_2$  maka diperlukan pemahaman yang baik bagi operator dalam perawatan dan pengoperasian pada sistim gas lembam ini dengan tujuan untuk menghindari gangguan-gangguan yang terjadi pada system gas lembam. Gangguan-gangguan yang mungkin terjadi pada system gas lembam yang dapat menghambat pengoperasian system gas lembam ini dan dibahas dalam makalah ini sesuai yang terdapat dalam batasan masalah adalah :

1. Rendahnya dew point gas yang dihasilkan oleh system gas lembam.

Rendahnya dew point diakibatkan oleh tingginya kandungan uap air yang terdapat pada gas yang dihasilkan dalam sistem ini, hal ini terjadi akibat tidak maksimalnya kinerja *freon cooler* dan *air dryer system* dalam proses pengeringan gas yang dihasilkan.

Apabila *freon cooler* bekerja dengan baik tentunya *temperature* gas yang dihasilkan juga akan lebih rendah, makin rendah *temperature* gas yang dihasilkan makin rendah pula kandungan uap air nya, sehingga makin tinggi juga dew point nya. Karena itu kinerja dari freon cooler harus dijaga dengan pengecekan kebocoran gas R507 yang lebih cermat untuk mencegah berkurangnya jumlah freon, dimana keadaan yang menjadi pokok permasalahan penulis selama melakukan penelitian adalah jumlah *freon* pada sistim yang berkurang.

*Air dryer system* adalah suatu system yang membantu menjaga *dew point* gas yang dihasilkan dengan menggunakan media penyerap uap air berupa alumina, apabila proses *regeneration* (pengeringan kembali) alumina ini tidak berjalan dengan baik maka *dew point* dari gas yang dihasilkan menjadi rendah, karena aluminanya tidak berada pada kondisi kering. Untuk itu perhatian operator dari *system* ini pada proses *regeneration* harus lebih ditingkatkan dan di *check* apakah bekerja dengan baik dan *temperature* yang dihasilkan sudah berada pada temperature diatas  $150^{\circ}C$ ,

dan juga harus diperhatikan apakah proses pemanasan tower berada pada posisi tower yang selesai digunakan dalam proses pengeringan gas.

2. Rendahnya tekanan kondensor.

Rendahnya tekanan *condenser* ini diakibatkan karena turunnya kapasitas air pendingin. *Kondensor* adalah suatu alat yang berfungsi sebagai alat penukar kalor dan menurunkan *temperature refrigerant*, dan mengubah wujud *refrigerant* dari betuk gas menjadi cair.

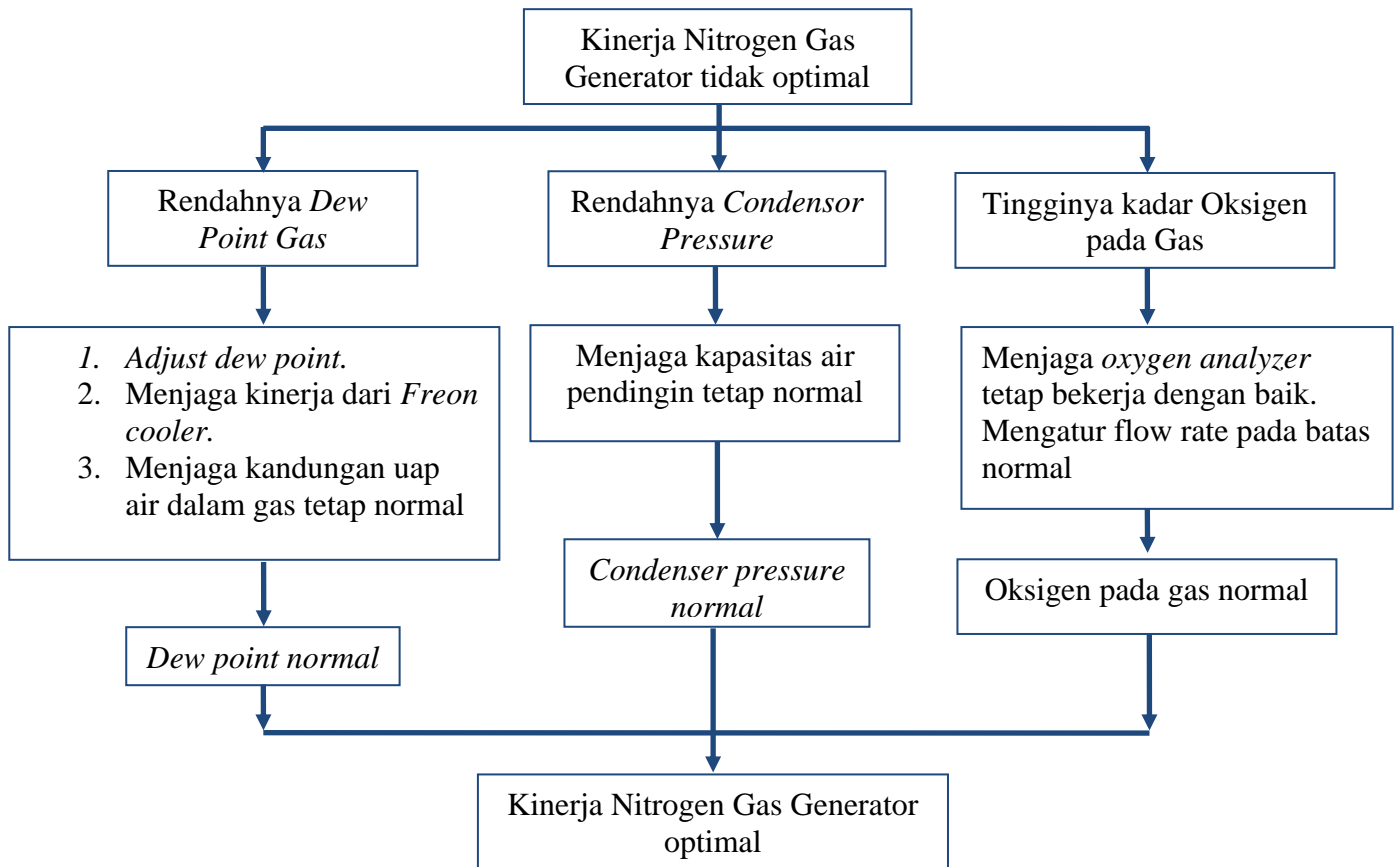
Perlu diketahui bahwa tekanan normal pada *kondensor* pada *dryer* di kapal MT GAS ARIA adalah 14 Kg/cm<sup>2</sup> sampai 16 Kg/cm<sup>2</sup>. Apabila tekanan kondenser kurang dari batas minimum maka nitrogen generator akan mati secara otomatis atau *trip*.

3. Tingginya kadar oksigen pada gas yang dihasilkan oleh system gas lembam/ N<sub>2</sub>.

Kadar oksigen yang tinggi dapat menjadi masalah besar pada proses pelembaman tangki muatan dan pipa-pipa muatan pada proses *dock* karena tingginya kadar oksigen tidak memenuhi syarat yang diinginkan dalam proses pencegahan terjadinya kebakaran atau ledakan.

Tingginya kadar oksigen dapat dicegah dengan menjaga oksigen *analyzer* tetap bekerja dengan baik. Batas normal oksigen pada gas adalah kurang dari 0.1 %.

## DIAGRAM KERANGKA PEMIKIRAN



Gambar 2.9

Diagram Kerangka Pemikiran

## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

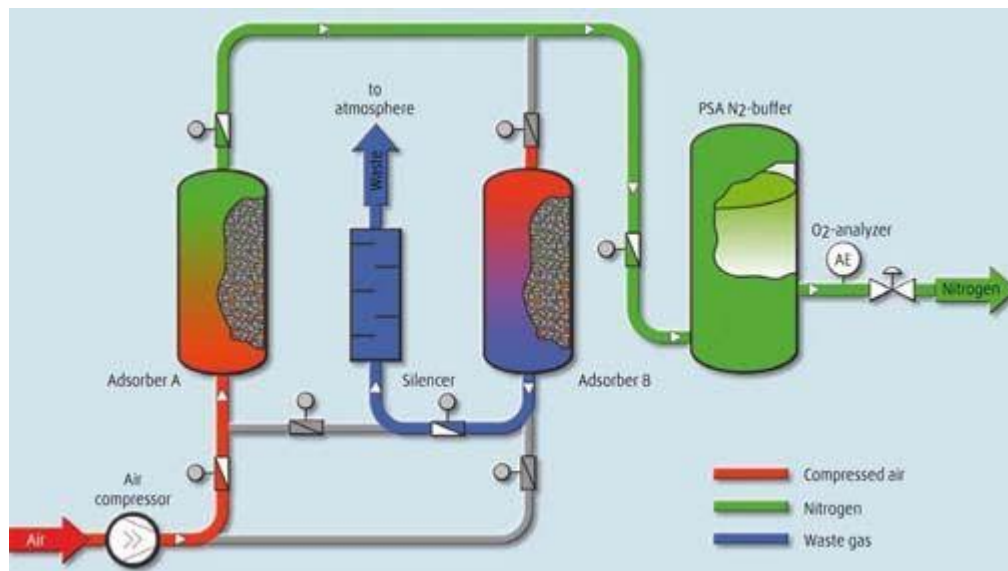
#### **A. DESKRIPSI DATA**

Pengoperasian nitrogen gas generator yang optimal sangat tergantung dari kondisi baik dan buruknya permesinan yang mendukung nitrogen gas generator ini, permesinan ini terdiri atas *Compressor, PSA (Pressure Swing Adsorbtion), Air cooler, Freon cooler, Air dryer system, Oil separator, Micro mist filter* dan *swing check valve*. Proses kerja dari sistim gas lembam ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Prinsip kerja nitrogen gas generator adalah:

Dalam udara bebas kandungan nitrogen adalah 78% sd 79%. Selebihnya adalah oksigen, uap air, dll. Dengan bantuan *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara) maka nitrogen bisa dipisahkan dari oksigen. Sifat dari *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara) adalah bila udara bertekanan masuk kedalam tabung yang berisikan *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara) maka oksigen akan di serap oleh *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara) sedang nitrogen bebas tidak terserap. Sehingga dengan bantuan *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara) maka udara bisa di filter agar menghasilkan nitrogen. Dengan bantuan Kompresor udara bertekanan dihasilkan. Udara bertekanan tersebut dimasukkan ke tabung *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara). Ketika udara bertekanan masuk di tabung *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara) maka Oksigen akan diserap oleh *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara). Nitrogen tidak di serap oleh *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara). Nitrogen tersebut di masukkan ke tabung penampungan. Kemudian tekanan di tabung *Carbon*

*Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara) di turunkan, Ketika tekanan di tabung diturunkan otomatis *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara) tidak punya kemampuan untuk menyerap oksigen dan oksigen terbuang. Sistem PSA (*Pressure Swing Adsorption*) menggunakan 2 tabung *Carbon Molecular Sieve* (pemisahan carbon dan oksigen pada udara), saat tabung satunya membuang oksigen, tabung satunya memfilter oksigen dan bergantian sehingga produksi nitrogen jadi cepat.



**Gambar 3.1**  
***Nitrogen Gas Generator***

Proses pembuatan nitrogen adalah sebagai berikut:

**a. Filtrasi**

Udara bebas yang menjadi feed atau umpan sebagai bahan baku pembuatan gas nitrogen terlebih dahulu disaring dengan menggunakan filter dengan kerapatan (mesh) tertentu sesuai dengan spesifikasi tekanan dan flow compressor.

Contoh gas pengotor / debris (partikel kasar yang tidak dikehendaki): uap air, karbondioksida, debu juga bisa menjadi zat pengotor pada udara bebas. Zat pengotor ini harus dihilangkan karena dapat menyebabkan penyumbatan pada peralatan, tingkat bahaya yang dapat ditimbulkan, korosi, dan juga dalam batas – batas tertentu dilarang terkandung dalam spesifikasi produk akhir.

#### **b. Kompresi**

Udara yang telah difilter diumpankan ke inlet kompresor untuk dinaikkan tekanannya. Efisiensi kompresor sangatlah penting, oleh karena itu dibutuhkan pemilihan jenis kompresor yang tepat. Umumnya digunakan kompresor tipe turbo (sentrifugal) multi stage dengan pendingin diantara stagenya. Energi yang digunakan akan sebanding dengan besar energi *output* produk ditambah *cold production*.

#### **c. Cooling Water**

Air umumnya digunakan sebagai pendingin pada industri sebab air tersedia jumlahnya dan mudah ditangani. Air juga mampu menyerap sejumlah besar energi per satuan volume dan tidak mengalami ekspansi maupun pengerutan dalam rentang temperature yang biasanya dialaminya. System penguapan terbuka merupakan tipe system pendingin yang umumnya digunakan dalam plant pemisahan udara. Outlet compressor akan sangat panas, ini akan mengurangi efisiensi pada proses selanjutnya, maka dibutuhkan pendinginan sampai pada temperature desain (tergantung dari spesifikasi alat dan bahan yang digunakan pada proses). Pada sebagian industry menggunakan system direct cooler pada proses pendinginannya, dimana terjadi kontak langsung antara udara dengan air pada sepanjang tray direct cooler. Direct cooler mempunyai kelebihan dari pada proses pendinginan yang menggunakan tube atau shell cooler, dimana temperature yang bisa dicapai yaitu 2°C, sedang pada tube atau shell cooler hanya



sekitar 8°C, efek pengguyuran (scrubbing) dari air juga dapat membantu menurunkan kandungan partikel dan menyerap pengotor yang terbawa udara. Namun jika direct cooler tidak terjaga, seperti  $\Delta P$  tinggi (pada aliran dan udara masuk) dan tinggi cairan (pada aliran air). Oleh karena tingginya perbedaan temperature yang melalui tray bawah unit, maka pada tray ini sangat mungkin terjadi pembentukan kerak. Untuk alasan itu, water treatment harus bekerja efektif dan tray harus dibersihkan dan diperiksa jika memungkinkan.

#### **d. Purification (Pemurnian)**

Air, CO<sub>2</sub>, Hidrokarbon adalah unsur pengotor udara yang akan mengganggu proses, air dan CO<sub>2</sub> akan membeku lebih awal (titik beku lebih tinggi dari pada Nitrogen sehingga berpotensi menyumbat di bagian-bagian tertentu dalam proses). Sedangkan Hidrokarbon berpotensi menyebabkan ledakan di daerah bagian bawah kolom distilasi (tempat terjadinya penumpukan hidrokarbon). Di PPU (pre purification unit) terdapat beberapa lapisan, umumnya terdiri dari molecular sieve (butiran-butiran ukuran mikro berlubang yang seukuran dengan dimensi partikel CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan beberapa jenis hidrokarbon), tujuannya untuk memerangkap CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan hidrokarbon. lapisan lainnya adalah alumina yang bertujuan untuk memerangkap H<sub>2</sub>O yang lolos dari lapisan pertama.

#### **e. Heat Exchanger (Pemindah Panas)**

Udara yang telah murni dimasukkan ke kolom distilasi melewati heat exchanger (untuk pendinginan awal, yg disilangkan dengan keluaran expander) sebagai feed gas (untuk terjadinya distilasi dibutuhkan feed gas dari bawah kolom dan reflux dari atas kolom dengan rasio 10:7 untuk tipe packed tray).

#### **f. Ekspansi**

Sebagian udara diumpankan ke expander untuk memproduksi dingin yang dibutuhkan proses (reflux dan heat loss recovery) sehingga keluarannya berbentuk cairan yang diumpankan ke atas kolom melewati heat exchanger sebagai reflux. Untuk ini, expander membutuhkan penyerap energi sebesar cold production yang diinginkan, bisa dicouple dengan alat oil brake, generator, kompressor atau yang lainnya.

#### **g. Distilasi**

Pada proses ini final terjadi proses pemisahan antara gas – gas yang terkandung pada udara bebas sebagai umpan melalui perbedaan titik didih (relative volatilitas).

Kolom yang telah diumpani oleh feedgas dan reflux dengan proporsional akan menghasilkan homogenitas di area-area tertentu, bagian atas kolom akan homogen dengan Nitrogen, bawah kolom dengan oksigen, ini dikarenakan beda titik cair, pada temperatur kolom sebesar  $-170^{\circ}\text{C}$ , oksigen lebih cenderung untuk berubah menjadi cairan (titik cair  $\text{O}_2 = -183^{\circ}\text{C}$  pada atm pressure) dan menuju bawah kolom, sedangkan nitrogen cenderung bertahan pada bentuk gas (titik cair  $\text{N}_2 = -195,8^{\circ}\text{C}$  pada atm pressure) dan menuju bagian atas kolom.

Pada kolom terdapat tray bertingkat yang memungkinkan terjadinya lebih banyak gesekan antara *feed* gas dan *reflux* sehingga lebih memungkinkan bagi kedua jenis stream untuk bertukar properti. Feed gas akan diserap sebagian energinya sehingga menjadi lebih dingin dan membuat  $\text{O}_2$  melambat dan cenderung mencair, sedangkan  $\text{N}_2$  karena masih jauh dari titik cairnya akan tetap berupa gas.

Adapun komposisi nitrogen yang dihasilkan pada sistem nitrogen gas generator sesuai dengan buku manual atau data yang ada adalah sebagai berikut :

- a. Kuantitas produksi gas nitrogen ( $N_2$ ) 100 m<sup>3</sup>/hr
- b. Kemurnian gas nitrogen ( $N_2$ ) 99.9 Vol % atau lebih
- c. Kemurnian gas oksigen ( $O_2$ ) 0.1 Vol % atau kurang

Adapun fakta-fakta yang penulis alami selama penulis berada diatas kapal antara lain :

### **1. Rendahnya titik embun (*dew point*) pada gas**

Pada Tanggal 25 Februari 2023 dalam perjalanan dari Singapura ke Merak pada saat kapal dalam keadaan tidak ada muatan dan melaksanakan running test N2 generator, untuk itu sistim gas lembam untuk menghasilkan nitrogen dengan kandungan 99.9% harus dijalankan. Pada pukul 13:00 setelah istirahat siang, masinis mulai melakukan persiapan untuk menjalankan sistem, ketika semua sistem sudah berjalan tanpa adanya hambatan, masinis melihat penunjuk angka pada *dew point* meter menimbulkan gejala yang tidak normal pada nilainya, dimana seharusnya menunjukkan angka normal yaitu dibawah 10<sup>0</sup>C tetapi dalam keadaan ini angka yang ditunjukkan yaitu berupa temperature dew point menunjukkan ketidakstabilan angka yaitu lebih dari 10<sup>0</sup>C.

### **2. Rendahnya tekanan kondensor (*condenser pressure*)**

Pada tanggal 29 Juni 2023, pukul 13:00 pada saat nitrogen gas generator ini sedang berjalan untuk melakukan running test tiba-tiba pada pukul 14:15 LT terjadi alarm pada air dryer yang menunjukan *condenser pressure* rendah, normal tekanan normal adalah 14 Kg/cm<sup>2</sup> sampai 16Kg/cm<sup>2</sup> tetapi pada saat ini *condenser pressure* berada pada angka dibawah tekanan normal sehingga nitrogen gas generator berhenti secara otomatis atau *trip*.

### **3. Tingginya kadar oksigen pada gas**

Pada tanggal 02 Juli 2023 pukul 07:00 ketika menjalankan nitrogen gas generator untuk proses pembuangan gas propane pada tangki muat sebelum kapal ganti

muatan, terjadi alarm tingginya kadar oksigen pada gas dimana yaitu lebih dari 0.1% sehingga solenoid valve akan bekerja untuk menutup valve yang menyuplai nitrogen ke tanki muat dan akan membuka valve yang ke atmosphere, perlu diketahui kadar oksigen pada gas dalam sistim ini adalah kurang dari 0.1 %.

## **B. ANALISIS DATA**

Di dalam rangka pemecahan masalah terhadap kurang optimalnya kinerja dari sistim gas lembam yang disebabkan oleh 3 permasalahan yang telah dijelaskan dalam rumusan masalah, terlebih dahulu akan dikemukakan analisa terhadap permasalahan-permasalahan tersebut sebagai berikut :

### **1. Rendahnya titik embun (*dew point*) pada gas.**

Seperti yang telah dijelaskna pada bab sebelumnya bahwa dew point adalah temperature dimana suatu campuran gas mulai membentuk titik-titik cairan atau embun, jadi rendah atau tingginya kadar uap air yang terkandung dalam gas ini sangat berpengaruh bagi rendah atau tingginya dew point pada gas yang dihasilkan dalam sistim ini, untuk membuat suatu gas itu memiliki kandungan air yang sedikit atau rendah tentunya dibutuhkan suatu sistim pendingin atau pengering udara yang baik untuk menurunkan temperature gas tersebut atau untuk menyerap kadar air yang terkandung pada gas yang dihasilkan oleh sistim ini. Yang berperan untuk tujuan pengeringan dan pengeringan udara tersebut adalah *freon cooler* dan *air dryer system*.

- a. Proses pengeringan (*regeneration*) *air dryer system* yang tidak maksimal dan tidak tepat sasaran.

*Air dryer system* akan tidak berfungsi dengan baik apabila proses pengeringan (*regenertion*) alumina yang terdapat pada tower tidak berjalan dengan baik dan tepat sasaran, dimana temperature dari udara pengering harus diatas 150°C dan

harus mengeringkan alumina yang terdapat pada tower yang telah dipakai dalam proses pengeringan cofferdam. Dimana udara panas ini akan membuat uap air yang diserap dalam proses pengeringan udara dicofferdam akan menguap ke udara dan alumina ini akan menjadi kering. Proses pengeringan ini akan berlangsung selama 6 jam dan akan bergantian secara auto antara tower satu dan tower dua, tetapi dalam pengoperasiannya dituntut untuk melakukan pengeringan secara manual dengan menggunakan sistem manual yang telah terdapat pada air dryer system. Untuk itu pada proses pengeringan manual kita harus mengetahui tower mana yang terakhir dipakai pada proses pengeringan cofferdam, dan juga temperature udara pada proses pengeringan harus dicek apakah sudah melampaui 150°C.

b. Masuknya udara luar ke dalam tower dari *air dryer system*.

Hal lain yang menjadi penyebab *air dryer system* ini tidak bekerja dengan baik adalah masuknya udara luar ke dalam tower, seperti yang telah dijelaskan bahwa udara luar memiliki dew point berkisar antara 20°C-25°C ini berarti kandungan atau kadar air diudara cukup tinggi sehingga apabila masuk ke dalam tower maka kandungan air yang terdapat pada udara tersebut akan diserap oleh alumina yang terdapat pada tower sehingga proses pengeringan alumina yang terdapat di dalam tower akan menjadi sia-sia, masuknya udara luar ke dalam tower dapat disebabkan oleh terbukanya katup yang berada pada tower dari *air dryer system* yang berhubungan dengan udara luar dimana katup ini digerakkan oleh penggerak berupa torak yang akan menutup bila silinder dimana piston ini berada ini disuplai udara bertekanan dan akan membuka jika udara bertekanan ini keluar dari silinder, jadi apabila terjadi kebocoran pada angin bertekanan yang masuk ke silinder maka katup ini akan membuka sehingga udara luar masuk ke dalam tower yang terdapat pada *air dryer system* dan menyebabkan alumina akan menyerap kadar air yang terkandung di dalam udara tersebut.

- c. Melakukan penyetelan terhadap dew point control valve lebih dari batas normal yaitu dibawah 10°C.

Hal ini disebabkan karena apabila semakin tinggi penyetelan terhadap *dew point control valve* maka *dew point temperature* akan semakin tinggi sebaliknya apabila semakin rendah penyetelan terhadap *dew point control valve* maka akan semakin rendah pula *dew point temperature* yang dihasilkan.

## 2. Rendahnya tekanan kondensor (*condenser pressure*).

Ada dua parameter *cooling water* yang dapat mempengaruhi proses kondensasi atau tinggi rendahnya vakum condensor, yaitu :

### a. *Cooling water flow rate*

Sebagai dasar pembahasan kita lihat prinsip perpindahan panas, dimana terdapat persamaan *energy balance*. Hal ini karena pada condensor terjadi perpindahan panas antara steam dan air sehingga menyebabkan steam mengalami perubahan fase.

Adapun persamaan tersebut adalah :

$$Q = MCW C_p \Delta T.$$

$$Q = \text{Vaccum condenser}$$

$$MCW = \text{Jumlah Cooling Water Flow Rate}$$

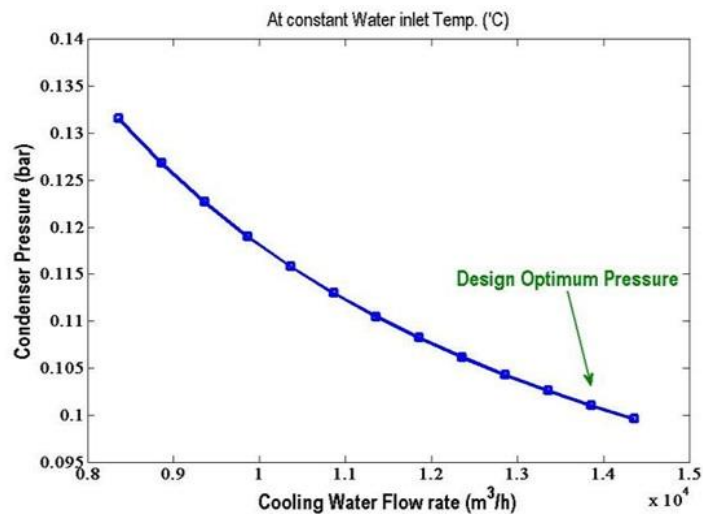
$$C_p = \text{Constant Water Inlet Temperature}$$

$$\Delta T = \text{Temperature Inlet And Outlet Condenser}$$

Dimana MCW adalah jumlah *cooling water flow rate* yang masuk ke condensor. Dengan asumsi  $C_p$  air laut tetap maka  $\Delta T$  akan berubah mengikuti perubahan perubahan flow rate air laut (*cooling water*). Ketika *cooling water flow rate* besar (MCW) maka akan menyebabkan penurunan selisih *temperature cooling*

*water inlet* dan *outlet condensor* ( $\Delta T$ ). Semakin tinggi temperature outlet cooling water maka *vakum condensor* akan semakin rendah. Dalam pengaturan *flow cooling water condensor* ini, pengaturan dilakukan dengan mengatur pembukaan motor *valve outlet condensor*. Pengaturan ini akan berdampak pada perubahan *pressure inlet* dan outlet condensor, kecepatan aliran *cooling water* pada *tube condensor*, dan *cooling water flow rate* ke *condensor*.

Berikut kami sajikan grafik perbandingan *cooling water flow rate* dan *pressure condensor* :



**Gambar 3.2 Pressure Condenser Vs Cooling Water Flow Rate**

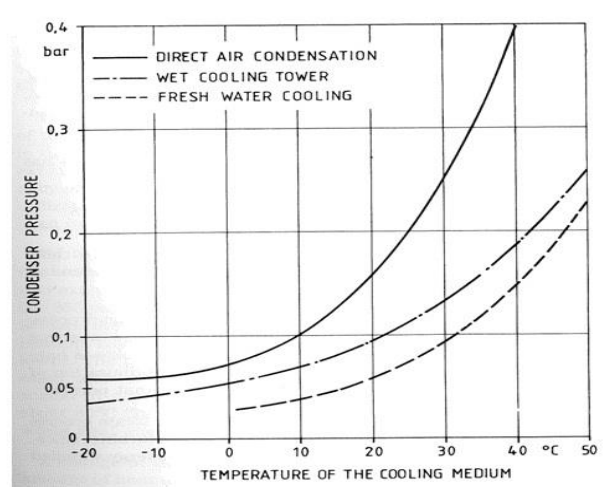
Terlihat pada grafik perbandingan *cooling water flow rate* dan *pressure condensor*, terlihat bahwa semakin besar *flow rate cooling water* menyebabkan *pressure condensor* semakin rendah (*condensor* semakin *vakum*), hal ini dikarenakan proses kondensasi akan berlangsung lebih cepat.

#### b. Cooling water temperature

Temperature pendingin air laut (*sea water*) juga akan mempengaruhi *pressure condensor* (*vakum condensor*). Akan tetapi *temperature cooling water* ini kita

tidak memiliki kemampuan untuk mengaturnya. *Temperature cooling water* ini akan berubah bergantung iklim dan lokasi dimana sebuah pembangkit itu berada. *Temperature cooling water* juga sangat berpengaruh terhadap *pressure* atau *vakum condensor*, dan pengaruhnya ini sangat signifikan. Sebagaimana *flow cooling water*, *temperature cooling water* ini akan berpengaruh pada kecepatan suatu steam berkondensasi. Semakin rendah *temperature*, *steam exhaust LP Turbine* akan lebih cepat terkondensasi sehingga *pressure kondensor* akan rendah ( vakum tinggi ).

Berikut grafik pengaruh *temperature cooling water* terhadap *pressure condensor* ( dari sebuah *journal international* )



**Gambar 3.3 Perbandingan *Pressure Condensor* dan *Temperature Cooling Water***

Dari grafik dapat kita lihat bahwasannya perbedaan *temperature cooling water* (dengan perbandingan *flow rate steam exhaust LP turbine* dan *flow rate cooling water* konstan) sangat signifikan terhadap perubahan vakum condensor (*pressure condensor*).



### 3. Tingginya kadar oksigen pada gas yang dihasilkan oleh nitrogen gas generator.

Kadar oksigen yang tinggi berpengaruh pada tidak tercapinya kelembaman pada suatu campuran gas yang diinginkan untuk mencegah terjadinya kebakaran dan hal ini sangat berbahaya. Kadar oksigen yang rendah dapat diperoleh apabila udara yang disuplai ke dalam ruang pembakaran bereaksi sempurna dimana dalam reaksi pembakaran unsur oksigen akan diikat oleh unsur karbon dan membentuk gas karbondioksida, gas karbondioksida inilah yang dijadikan gas lembam selain dari unsur nitrogen yang tidak berpengaruh apa-apa dalam reaksi pembakaran.

#### a. Tingginya gas nitrogen yang dialirkan melalui *flow meter*

Dengan tingginya gas nitrogen yang dialirkan melalui *flow meter* maka akan semakin tinggi pula oksigen purity yang dihasilkan, batas maksimum dari *flow rate* pada gas nitrogen pada *flow meter* adalah  $100\text{m}^3/\text{jam}$  dengan kadar oksigen 0.1 Vol % , apabila kadar nitrogen yang dialirkan melebihi batas normal maka akan semakin tinggi pula kadar oksigen pada gas.

#### b. Terjadinya kerusakan pada oksigen *analyzer*

Apabila terjadi kerusakan pada oksigen *analyzer* maka operator tidak akan mengetahui berapa kadar oksigen yang dihasilkan pada gas, hal ini dapat berakibat tingginya kadar oksigen sehingga nitrogen gas generator tidak akan dapat dijalankan sebagaimana mestinya.

## C. PEMECAHAN MASALAH

### 1. Alternatif pemecahan masalah

Sehubungan dengan kurang optimalnya pengoperasian sistem gas lembam yang terlihat pada permasalahan yang timbul maka penulis menyimpulkan beberapa alternatif pemecahan masalah sebagai berikut :

1. Rendahnya titik embun (*dew point*) gas yang dihasilkan.

Permasalahan ini dapat diatasi apabila *air dryer* sistim dalam keadaan bekerja secara optimal. Hal-hal yang dapat membuat *air dryer* sistem ini bekerja secara optimal adalah sebagai berikut :

- a. Pembuatan jadwal dan prosedur pengeringan alumina yang terdapat di tower secara teratur sehingga tepat sasaran dan sesuai dengan petunjuk atau *manual book* dimana temperatur udara pengering atau pemanas alumina harus berada diatas temperatur 150°C.
- b. Mengganti alumina yang terdapat di tower dengan memasukkan alumina yang baru ke dalam tower dan mengganti alumina yang lama yang terdapat di tower.
- c. Menjaga dan mengecek rutin *air dryer* sebelum menjalankan nitrogen gas generator, khususnya kebocoran freon gas sebab apabila freon gas bocor maka tekanan *dew point* akan semakin rendah.
- d. Menyetel *control valve* agar tetap berada pada posisi temperatur normal yaitu dibawah 10°C.

2. Rendahnya tekanan kondensor (*condenser pressure*).

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa rendahnya *dew point* dapat disebabkan oleh kurangnya tekanan air laut yang masuk ke *condenser* sebagai pendingin *condenser* dan panasnya suhu *condenser* lebih dari *temperature* normal, untuk itu perlu dilakukan beberapa *alternative* pemecahan masalah agar tekanan pada *condenser* tetap normal sebagai berikut :

- a. Melaksanakan proses pembersihan secara berkala terhadap *tube-tube condenser* itu sendiri dengan menggunakan *nilon brush* kemudian dibilas dengan air tawar.
- b. Mengecek dan membersihkan saringan air laut agar *flow rate* air laut yang masuk ke *tube-tube condenser* sesuai dengan kapasitas yang diperlukan.

- c. Mengecek dan melakukan perawatan terhadap pipa-pipa pendingin air laut agar tidak terjadi perkaratan yg menyebabkan kebocoran pada pipa-pipa pendingin air laut.
3. Tingginya kadar oksigen pada gas yang dihasilkan oleh sistim gas lembam.

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa kadar oksigen dapat diminimalkan dengan menurunkan *flow rate* yang dihasilkan melalui *flow meter* serta menjaga agar oksigen *analyzer* tetap terjaga atau tetap beroperasi dengan baik untuk itu perlu melakukan langkah-langkah agar kadar oksigen dalam gas tidak terlalu tinggi, sebagai berikut :

- a. Pembuatan *prosedure* tentang tata cara pengaturan perawatan terhadap oksigen *analyzer*.
- b. Pemasangan sistim otomatis dalam penyuplain nitrogen melalui *flow meter* dimana apabila terjadi kadar oksigen yang tinggi, yang tidak sesuai dengan nilai yang diinginkan maka pengontrol otomatis ini akan bekerja dengan sendirinya untuk mengatur suplai nitrogen tersebut.

#### **4. Evaluasi alternatif pemecahan masalah**

1. Evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah terhadap rendahnya titik embun (*dew point*) gas yang dihasilkan.
- a) Rendahnya *dew point* pada gas yang dihasilkan dapat dicegah dengan pembuatan jadwal yang teratur yaitu proses pengeringan dari *air dryer* system harus dilaksanakan setelah dan sebelum sistem gas lembam beroperasi dan *prosedure* pengeringan juga harus sesuai dengan buku manual dimana udara yang dipakai dalam proses pengeringan harus mencapai temperatur 150<sup>0</sup>C juga harus memperhatikan posisi katup-katup yang terdapat pada tower sudah dalam keadaan tertutup setelah proses

pengeringan untuk mencegah udara luar masuk kedalam tower, hal ini sangat baik untuk menjadi acuan bagi operator dalam melaksanakan proses pengeringan alumina yang terdapat pada *air dryer* sistem, sehingga dapat mencegah kesalahan operator dalam melaksanakan proses pengeringan alumina yang terdapat didalam tower pada *air dryer* sistem.

- b) Dengan mengganti alumina berarti sistem pengeringan tentunya akan berjalan sangat baik dimana alumina yang baru tentunya masih berada dalam kondisi dapat menyerap secara maksimal kadar air pada suatu campuran udara, dalam artian alumina yang baru masih memiliki daya serap air yang sangat baik, tetapi cara ini akan membutuhkan biaya dan tenaga yang sangat besar dimana penggantian alumina hanya dilakukan jika mendapat rekomendasi dari penelitian laboratorium di darat terhadap kondisi dari alumina itu sendiri.
  - c) Dengan menjaga agar *dew point control valve* tetap dalam posisi normal maka *temperature dew point* akan tetap terjaga pada posisi normal pula.
2. Evaluasi alternatif pemecahan masalah terhadap rendahnya tekanan kondensor (*condenser pressure*).
- a) Proses pembersihan terhadap *tube-tube* pada *condenser* yang efektif tentunya dapat mencegah terjadinya *clogging* pada *tube-tube* itu sendiri, hal ini tentunya dengan mengganti *zinc anoda* sehingga tidak terjadi perkaratan di sekitar *cover* masuk air laut sebagai pendingin yang dapat menyebabkan kotoran-kotoran dari perkaratan tersebut akan menutupi *tube-tube condenser* itu sendiri.
  - b) Membersihkan saringan air laut secara rutin dan berkala tentunya sangat penting agar aliran air laut (*flow rate*) dapat sesuai dengan kapasitas yang diinginkan agar tidak terjadi pemanasan yang berlebihan pada *condenser* itu sendiri, sebab seperti yang sudah disebutkan pada bab sebelumnya bahwa

aliran air laut yang kurang maka secara otomatis *temperature* pada *condenser* akan semakin tinggi sehingga dapat berpengaruh pada tekanan *condenser*.

- c) Melakukan pengecekan dan penggantian pipa-pipa pendingin air laut juga sangatlah penting sebab apabila pipa-pipa pendingin tersebut diganti sesuai dengan jangka waktu yang ditentukan maka tidak akan ada kebocoran pada pipa-pipa pendingin air laut itu sendiri.
  - d) Penggantian dengan pipa *stainless* dapat mencegah proses perkaratan, tetapi tentunya juga membutuhkan biaya yang besar, seperti kita ketahui bahwa harga pipa *stainless* sangat tinggi dibanding pipa besi biasa.
3. Evaluasi alternatif pemecahan masalah terhadap tingginya kadar oksigen yang terakandung pada gas yang dihasilkan oleh nitrogen gas generator.
- a) Pembuatan prosedur penyetelan *flow meter control valve* pada *pressure swing adsorption* dapat membantu operator untuk mengetahui cara penyetelan suplai nitrogen secara manual dalam hubungannya untuk mengurangi kadar oksigen yang terkandung pada gas yang dihasilkan oleh nitrogen gas generator. Dimana dengan menurunkan suplai nitrogen otomatis oksigen yang mengalir pada gas juga akan semakin berkurang atau rendah.
  - b) Pemasangan pengontrolan otomatis baik untuk operator karena secara otomatis nitrogen akan diatur oleh sistem tanpa melibatkan operator tetapi tentunya pemasangan sistem pengontrolan otomatis ini membutuhkan biaya yang besar dan keahlian dalam perawatan dan perbaikannya.
  - c) Membuat prosedur dan perawatan secara berkala terhadap oksigen *analyzer* sehingga dapat bekerja secara normal dan sebagaimana mestinya.

#### **4. Pemecahan masalah yang dipilih**

Berdasarkan apa yang telah diuraikan dalam evaluasi beberapa alternatif pemecahan masalah penulis memilih pemecahan masalah yang ada sebagai berikut :

##### **1. Rendahnya titik embun (*dew point*) pada gas yang dihasilkan oleh sistim nitrogen gas generator.**

Penulis memilih pemecahan terhadap masalah ini dimana masalah ini dapat dihindari apabila pelaksanaan pengaturan proses pengeringan alumina secara manual yang terdapat pada tower *air dryer* sistem secara terjadwal yaitu sebelum dan sesudah sistim gas lembam beroperasi dimana yang dikeringkan adalah alumina pada tower yang telah dipakai dalam proses pengeringan udara maupun yang akan dipakai pada proses pengeringan udara untuk itu perlu adanya catatan tentang tower mana yang telah dipakai dan tower mana yang akan dipakai jika sistim gas lembam akan dijalankan, hal lain yang perlu diperhatikan adalah temperatur udara yang akan dipakai untuk proses pengeringan harus berada diatas temperatur  $150^{\circ}\text{C}$  hal ini dapat dicek pada *thermometer* yang terdapat pada jalur pemanasan atau pengeringan. Operator juga harus memperhatikan posisi katup-katup yang terdapat pada tower harus dipastikan dalam keadaan tertutup setelah pelaksanaan proses pengeringan atau pemanasan alumina agar udara luar tidak masuk kedalam tower.

##### **2. Rendahnya tekanan kondensor (*condenser pressure*).**

Penulis memilih pemecahan terhadap masalah ini dimana masalah ini dapat dicegah dengan melakukan pembersihan pada tube-tube yang terdapat pada air laut serta penggantian *zinc anode* secara berkala, setiap melakukan pembersihan terhadap tube-tube kondenser harus disertai dengan pengecekan *zinc anti corrosive* atau *zinc anode*, apabila *zinc* telah habis maka perlu diganti dengan yang baru. Sedangkan terjadinya kebocoran pada pipa pendingin air laut dapat

dicegah dengan pengecekan secara berkala terhadap ketebalan pipa pendingin air laut, dimana operator akan mengetahui pipa mana yang sudah mengalami penipisan dan harus segera diganti.

Sedangkan pada pipa-pipa pendingin air laut yang berdiameter besar dan belum dilapisi dengan lapisan karet dimana untuk pengantiannya membutuhkan waktu dan tenaga yang besar sebaiknya dikirim kedarat untuk dipasang lapisan karet pada saat kapal sedang naik dock.

### **3. Tingginya kadar oksigen pada gas yang dihasilkan oleh sistim gas lembam.**

Penulis memilih pemecahan masalah pada tingginya kadar oksigen pada gas yang dihasilkan oleh sistim gas lembam adalah dengan membuat prosedur manual tentang cara untuk mengatur suplai nitrogen melalui *flow meter* dan melakukan perawatan terhadap oksigen *analyzer* pada *pressure swing adsorption* (PSA) sistim agar operator mengetahui hal apa yang harus dilakukan apabila terjadi alarm tingginya kadar oksigen yang dihasilkan.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Dari uraian yang dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, penulis menarik beberapa kesimpulan tentang upaya untuk mengoptimalkan pengoperasian nitrogen gas generator dimana pengoperasian nitrogen gas generator ini dirasakan belum optimal yang terlihat pada beberapa permasalahan yang penulis jumpai selama melakukan pengamatan diatas kapal yaitu rendahnya *dew point* dari gas yang dihasilkan, perkaratan pada dinding-dinding *scrubber* tower, dan tingginya kadar oksigen pada gas yang dihasilkan dan semua permasalahan tersebut dapat menurunkan kinerja dari sistim gas lembam.

##### **1. Rendahnya titik embun (*dew point*) gas yang dihasilkan.**

Apabila dew point rendah maka kinerja dari dryer tidak maksimal sehingga pengeringan udara pada tanki muat tidak berjalan secara optimal.

Hal ini disebabkan oleh kurang optimalnya proses pengeringan alumina yang terdapat pada tower dari *air dryer* sistim yang disebabkan oleh :

- a. Proses pengeringan alumina yang tidak tepat sasaran dimana alumina di tower yang dikeringkan bukan alumina di tower yang akan digunakan atau yang telah selesai digunakan.
- b. Terbukanya katup yang terdapat pada tower.
- c. Suhu udara untuk pengeringan dibawah 150°C.



## 2. Rendahnya tekanan kondensor (*condenser pressure*).

Rendahnya tekanan condenser akan menyebabkan air dryer akan berhenti secara otomatis atau trip sehingga nitrogen gas generator tidak bekerja secara optimal.

Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, yaitu :

- a. Tidak melakukan pembersihan tube-tube dari *condenser* itu secara berkala.
  - b. Tidak melakukan penggantian terhadap *zinc anoda* pada saat pembersihan tube-tube *condenser*, hal ini dapat mengakibatkan perkaratan pada pipa-pipa pendingin sehingga terjadi kebocoran air laut pada pipa-pipa pendingin air laut tersebut.
- ## 3. Tingginya kadar oksigen pada gas yang dihasilkan.

Kadar oksigen yang tinggi pada gas dapat menyebabkan ledakan atau kebakaran pada tanki muat karna kadar oksigen tidak memenuhi syarat yang diinginkan.

Hal ini disebabkan oleh tidak adanya *prosedure* penyetelan suplai nitrogen sehingga operator tidak mengetahui hal apa yang harus dilakukan untuk mengatasi tingginya kadar oksigen yang dihasilkan, juga tidak adanya *procedure* perawatan terhadap oksigen *analyzer*.

## B. SARAN

### 1. Rendahnya titik embun (*dew point*) pada gas

Untuk mencegah terjadinya kurang optimalan proses pengeringan maka perlu dibuat penjadwalan atau pencatatan tentang penggunaan tower pada *air dryer* sistem ketika nitrogen gas generator beroperasi dimana terdapat dua tower pada *air dryer* sistem agar tidak terjadi kesalahan pada proses pengeringan dengan kata lain proses pengeringan berjalan tepat sasaran.

## **2. Rendahnya tekanan kondensor (*condenser pressure*)**

Untuk mencegah terjadinya penurunan tekanan pada condenser maka perlu melakukan jadwal pembersihan tube, saringan air laut, serta mengecek *zinc anode* secara berkala sehingga aliran air laut sebagai media pendingin *condenser* dapat mengalir sesuai kapasitas yang diperlukan.

## **3. Tingginya kadar oksigen pada gas**

Tingginya kadar oksigen dapat dicegah apabila operator mengetahui penyetelan suplai nitrogen yang terdapat pada nitrogen gas generator dengan PSA (*pressure swing adsorption*) sistim, sehingga perlu dibuatkan suatu *prosedure* yang baik tentang *prosedure* penyetelan suplai nitrogen ke sistim, serta perlu adanya *procedure* perawatan terhadap oksigen *analyzer* sehingga kadar oksigen dapat terbaca sebagaimana mestinya.

## DAFTAR PUSTAKA

IMO, *Inert Gas System*, (London: IMO, 1990).

*Inert Gas System , Oil Tanker Training Modul 3*, (Jakarta : Badan Diklat Perhubungan, 2000).

*Instruction Manual Book*, (Japan : Nitrogen Gas Generator, 2000).

Ir. Pieter Botti, *Inert Gas System and Crude Oil Washing*, (Jakarta: PT. RODA PELITA , 1998).

Mcguire and White, *Liquefied Gas Handling Principles on Ship and in Terminals third edition* (London : Witherby & Co Ltd, 2000).

<https://aabdulqodir.wordpress.com/2014/01/15/540>

<http://artikel-teknologi.com/air-dryer-pengering-udara>

<https://www.scribd.com>

<http://artikel-teknologi.com/oxygen-analyzer-alat-ukur-excess-air>

[http://filterairsegar.com/industrial\\_compressor\\_dryer.html](http://filterairsegar.com/industrial_compressor_dryer.html)

<http://dallavalve.blogspot.co.id/2014/07/check-valve.html>



# ARCADIA SHIPPING Pte Ltd

## SHIP'S PARTICULARS

Vessel's name :	<b>Gas Aria</b>	Telephone (FBB):	<b>773240028</b>
Port of Registry :	<b>Jakarta</b>	Telex (Sat C):	<b>452502329 / 452503942</b>
Flag :	<b>Indonesia</b>	E-mail:	<a href="mailto:master.gasaria@arcadiaships.com">master.gasaria@arcadiaships.com</a>
Call Sign :	<b>POPT</b>	Mobile Phone:	<b>+6565898325</b>
Official Number :	<b>12058J</b>	IACC (Acc. Code) :	<b>IA-15</b>
I M O Number :	<b>9392858</b>		
MMSI Number:	<b>525015961</b>	LOA :	<b>106.00 m</b>
Classification Society:	<b>Bureau Veritas</b>	LBP :	<b>100.24 m</b>
Class number:	<b>12058J</b>	Breadth Moulded :	<b>17.60 m</b>
Shipyard :	<b>Shitanoe Shipbuilding Co., Ltd</b>	Depth Moulded :	<b>8.10 m</b>
		Keel to the top of the mast:	<b>29.75 m</b>
Type of ship:	<b>Gas Tanker</b>	Anchor Chain:	<b>9 Shackles</b>
Type of propulsion:	<b>Motor</b>	Light Ship :	<b>2842.94 mt</b>
Main Engine :	<b>Akasaka Diesels</b>	Displacement (Loaded):	<b>8192.26 mt</b>
Total Engine power:	<b>3400 kW</b>	Displacement (Ballast):	<b>7816.24 mt</b>
Propeller	<b>Fixed Pitch</b>	FW allowance :	<b>125 mm</b>
Speed laden / ballast:	<b>12.5 / 13.5 kts</b>	TPC at summer draft:	<b>16.37 mt</b>
Diesel generator power:	<b>530 kW x 2</b>	Keel was laid:	<b>12-Sep-2006</b>
Emergency generator:	<b>40 kW</b>	Launched date:	<b>15-Nov-2006</b>
Total generator power:	<b>1,100 kW</b>	Date of delivery :	<b>8-Mar-2007</b>
Inert gas plant:	<b>Nitrogen Genarator</b>	Windage on ballast draft:	
		Lateral	<b>838 m2</b>

	INTERNATIONAL	SUEZ
GROSS Tonnage	<b>4484</b>	<b>4977.14</b>
NET Tonnage	<b>1349</b>	<b>3992.58</b>

	FREE BOARD	DRAUGHT	DEADWEIGHT
TROPICAL	<b>2.045 M</b>	<b>6.088 M</b>	<b>5552.88 MT</b>
SUMMER	<b>2.169 M</b>	<b>5.964 M</b>	<b>5349.32 MT</b>
WINTER	<b>2.293 M</b>	<b>5.840 M</b>	<b>5146.86 MT</b>
DESIGN LOAD	<b>2.169 M</b>	<b>5.964 M</b>	<b>5349.32 MT</b>

OWNER : **PT ARCADIA SHIPPING**  
**Jl. Pluit Utara Raya No. 54, Jakarta Utara, Indonesia**  
**Tel: +62 21 6691009 / Fax: +62 21 6691452**  
**Office E-mail: info@arcadia-shipping.com**

CHARTERER **PT CHANDRA ASRI PETROCHEMICAL TBK**  
**Wisma Barito Pacific, Tower A, 7th Floor**  
**Jl. Jendernal S. Parman, Kav 62-63, Jakarta**

MANAGER: **ASL (Ship Managers & Consultants)**  
**46 Kim Yam Road, The Herencia, #02-06, Singapore 239351**  
**Main Line : +65 6513 5760**  
**Office E-mail: marine@arcadia.com.sg Website : www.asl-singapore.com**

\_\_\_\_\_



## Crew List

Quality through  
Excellence

ASL Form  
No.CRW039

<input checked="" type="checkbox"/> Arrival		<input type="checkbox"/> Departure				Nationality of Ship		INDONESIA	
Vessel		GAS ARIA				Date ( ddMMyy )		8-Sep-23	
Port of Arrival :		EOPL				Next Port :			
No.	Rank	Name	Sex	Birth	Nat	Passport	Exp.Date	Date S/on	Place S/on
1	Master	Sudi Abugi	M	08-Sep-71	INDONESIAN	E1346879	29-Nov-32	08-Sep-23	SINGAPORE
2	Chief Officer	Deny Andrianto	M	13-Aug-85	INDONESIAN	C8680039	27-May-27	27-Jul-23	ANYER
3	2nd/Off	Puput Aji Laksono	M	05-Mar-89	INDONESIAN	C7934116	18-Jun-26	13-Jun-23	ANYER
4	3rd/Off	Donny Roberto Soleh	M	11-Oct-99	INDONESIAN	E2512872	15-Feb-33	24-Jun-23	ANYER
5	Chief Engineer	Rhinofska Putra	M	28-Nov-71	INDONESIAN	C7852221	05-Aug-26	03-Jul-23	MERAK
6	2nd/Eng	Endang Permana	M	17-Mar-84	INDONESIAN	C4973576	16-Sep-24	29-Mar-23	MERAK
7	3rd/Eng	La Curia	M	27-Aug-76	INDONESIAN	C8100713	07-Oct-26	14-Jun-23	ANYER
8	4th/Eng	Agus Priyanto	M	26-Jul-92	INDONESIAN	E0076829	28-Jul-27	08-Sep-23	SINGAPORE
9	Bosun	Mustofa Irvai	M	20-Sep-78	INDONESIAN	C7258909	24-Feb-26	13-May-23	SINGAPORE
10	AB 1	Haryanto Kiaow Tjan	M	14-Aug-69	INDONESIAN	X1653389	16-Apr-27	14-Jun-23	ANYER
11	AB 2	Ahmad Ghozali	M	11-Jun-86	INDONESIAN	C6789851	25-Jun-25	23-Jul-23	MERAK
12	AB 3	Imam Nurdianto	M	30-Oct-85	INDONESIAN	E2600825	06-Mar-33	13-May-23	SINGAPORE
13	OS	Imam Luthfi Qardhawi	M	14-Sep-96	INDONESIAN	C4973517	14-Oct-24	12-Apr-23	MERAK
14	OILER 1	Agustino Agung Wiratno	M	30-Aug-80	INDONESIAN	C2987385	20-Mar-24	06-Apr-23	MERAK
15	OILER 2	Rakhmat Saifudin	M	22-Nov-87	INDONESIAN	C7542322	04-May-26	08-Sep-23	SINGAPORE
16	OILER 3	Aris Suharyono	M	20-Jul-83	INDONESIAN	C7829297	03-Jun-26	13-May-23	SINGAPORE
17	WIPER	Karim Pawatang	M	27-Apr-98	INDONESIAN	C6580889	23-Oct-25	14-Jun-23	ANYER
18	Cook	Amir	M	04-Apr-71	INDONESIAN	C7599299	19-Jan-27	23-Jul-23	MERAK
19	Mess Boy	Guntur Rian Saputro	M	15-Apr-99	INDONESIAN	X1199021	05-Nov-26	08-Sep-23	SINGAPORE
20	Cadet	Daffa Jefriano	M	17-Nov-03	INDONESIAN	X2208224	03-Aug-33	08-Sep-23	SINGAPORE
		Capt. Sudi Abugi							
		Master, Authorised Agent / Officer's Name						Master / Officer's Signature	
Date :									

# TRIAL RUNNING RECORD OF COMPRESSOR AIR

No.1

Model TNGH-305-TUX  
Compressor model GA200WFF-125-Mod  
M/V GAS IRINA (Shitanoe S-1265)

Produced by  
Manufactured by  
Engineering by

Taiyo Nippon Sanso Co., Ltd.  
Atlas Copco K.K.  
Pro Tech Co., Ltd.

Measuring date and time			Feb-07	27th 18:00	28th 10:00	28th 11:00	28th 11:30	Limit
Running mode		Indicator	-	99.95% N2	99.9% N2	99.5% N2	99.0% N2	-
Items / Running Hr		E	TAG No.	36	38	39	39	-
Atmospheric temp./hum.		x	-	17.4/72	32.5/55	32.6/53	33.0/51	0~40/100
System ambient temp./hum.		x	<degC>	-	-	-	-	0~45/100
Air Compressor division	Fresh air inlet temp.	x	<degC>	19.0	17.8	17.1	16.0	0 ~ 40
	Fresh air outlet temp.	x	<degC>	28.1	26.8	26.3	26.3	7 ~ 55
	Flow rate of fresh air inlet	x	m <sup>3</sup> /min	-	-	-	-	42 ~ 96
	Comp. outlet air press.	E	bar	8.3/8.7	8.3/8.7	8.2/8.8	8.3/8.7	6.5~8.9
	Oil separator diffe. press.	E	bar	0.10/0.16	0.10/0.16	0.10/0.16	0.15/0.17	< 0.8
	Air filter diffe. press.	E	bar	-0.005/-0.001	-0.005/-0.002	-0.005/-0.003	-0.006/-0.004	> - 0.05
	Oil injection press.	E	bar	5.1/5.5	5.1/5.5	5.1/5.5	5.2/5.5	4.0~7.6
	Compress air outlet temp.	E	degC	26	26	26	26	20 ~ 39
	Comp. Element 1 outlet temp	E	degC	68	68	70	70	65 ~ 100
	Comp. Element 2 outlet temp	E	degC	69	69	70	70	65 ~ 100
	Cooling water inlet temp.	x	<degC>	25.9	26.7	27.1	26.3	25 ~ 36
	Cooling water outlet temp.	x	<degC>	30.9	31.9	32.3	31.8	30 ~ 47
	Flow rate of cooling water	x	m <sup>3</sup> /h	-	-	-	-	-
	Cooling medium	E	degC	33	33	34	34	30 ~ 53
	Oil separator temp.	E	degC	67.5	67.5	69.4	70.0	65 ~ 110
	Oil level of oil separator	o	color	green	green	green	green	>green
	Modulating control press.	o	bar	2.2/3.4	2.2/3.4	1.5/3.4	1.4/2.8	0.0~9.1
	Electric current (consumption)	o	A	275/320	275/320	275/320	300/320	250~397
Air Dryer division	Compress air inlet temp.	x	<degC>	28.5	28.2	29.1	29.0	25 ~ 48
	Compress air outlet temp.	o	degC	26.0	25.3	25.6	25.7	20 ~ 43
	Pressure dew- point temp.	E	degC	2.6	2.6	3.2	3.2	0 ~ 9
	Cooling water inlet temp.	x	<degC>	26.0	27.0	26.9	26.5	25 ~ 36
	Cooling water outlet temp.	x	<degC>	39.4	40.3	40.1	39.5	30 ~ 47
	Refrigerant press. (low)	G	MPa	0.53	-	-	-	0.5~0.58
	Refrigerant press. (high)	G	MPa	1.95	-	-	-	1.8 ~ 2.8
	Refrigerant evaporating temp.	o	degC	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-1.0 ~ 11
	Refrigerant condensing temp.	o	degC	43.0	43.0	43.3	43.3	38 ~ 60
	Air Dryer Running	o	Lamp	on	on	on	on	on
Other division	Air filter D.P. (OFIL11)	o	bar	0.00	0.00	0.00	0.00	~ 0.35
	Air filter D.P. (OFIL12)	o	bar	0.00	0.00	0.00	0.00	~ 0.35
	Air filter D.P. (OFIL21)	o	bar	0.00	0.00	0.00	0.00	~ 0.35
	Air filter D.P. (OFIL22)	o	bar	0.00	0.00	0.00	0.00	~ 0.35
	Cooling sea water inlet temp.	x	<degC>	15.2	14.6	13.8	13.5	0 ~ 32
	Cooling sea water outlet temp.	x	<degC>	19.3	18.7	18.5	18.4	9 ~ 47

Indicator "o" mark is installed, "E" mark is on Electronikon, "x" mark is not installed, < > mark is used portable surface thermometer model SK1250MC, "G" mark is used portable gauge manifold model 2y.

\* This test record have been recorded in Shitanoe Shipbuilding Co., Ltd., Japan at 28th February 2007 by K. Kodama of Taiyo Nippon Sanso Co., Ltd. & S. Shiomi of Protech Co., Ltd.

## No.2

Taiyo Nippon Sanso Co., Ltd.  
Atlas Copco K.K.  
Pro Tech Co., Ltd.

\* This test record have been recorded in Shitanoe Shipbuilding Co., Ltd., Japan at 28th February 2007  
by K. Kodama of Taiyo Nippon Sanso Co., Ltd. & S. Shiomi of Protech Co., Ltd.



# TRIAL RUNNING RECORD OF PSA UNIT

No.1

Model TNGH-305-TUX

Produced by Taiyo Nippon Sanso Co., Ltd.

Customer : <sup>MV</sup> GAS IRINA

(Shitanoe S-1265)

Engineering by Pro Tech Co., Ltd.

Measuring date and time	-	Feb-07	27th 18:00	28th 10:00	28th 11:00	28th 11:30
Product gas specification	-	-	99.95% N2	99.9% N2	99.5% N2	99.0% N2
Items / Running Hr	unit	TAG No.	36	38	39	39
System ambient temp./hum.	degC / %	-	17.4/72	14.6/34	16.0/34	17.9/32
PSA N2 Generator Unit	Receiver press. (Min/Max. value)	MPa	PIA-1	0.82/0.87	0.82/0.87	0.81/0.88
	Adsorption tower pressure (Max. value)	MPa	PG2 1-A	0.82	0.81	0.78
		MPa	PG2 1-B	0.81	0.81	0.78
		MPa	PG2 2-A	0.82	0.81	0.79
		MPa	PG2 2-B	0.81	0.81	0.78
		MPa	PG2 3-A	0.81	0.81	0.78
		MPa	PG2 3-B	0.82	0.81	0.79
	Buffer tank press.	MPa	PIA-9	0.79/0.82	0.78/0.81	0.73/0.75
	Instrument air press.	MPa	RV70	0.50	0.50	0.50
	Flow rate of sampling	NL/min	FM8	1.0	1.0	1.0
	Oxygen content	% or ppm	O2 IA8	450/472ppm	843/880ppm	0.44/0.46%
	Air Compressor outlet temp.	degC	TI-60	25.9/26.0	25.1	25.5/25.6
	PSA N2 unit air inlet temp.	degC	TIA-1	23.0	22.0/22.1	23.6
	Air Compressor electric current	A	CI-61	260/310	260/310	260/310
N2 Valve Unit	Air filter D.P.	MPa	GFIL6	0.0	0.0	0.0
	N2 delivery press.	Kpa	FPIX6	606	606	606
	N2 delivery temp.	degC	TG6	19.0	17.0	18.5
	Flow rate of N2 gas	Nm3/hr	FPIX6	305	370	555/560
	N2 gas outlet press.	MPa	PG-6R	0.02	0.02	0.04
	N2 gas dew-point	degC	-	-	-	-

## Each Setting Value

PSA unit	1. N2 pressure limit	0.7 (DP. 0.20) MPaG	(PIA9	shut down)
	2. O2 alarm Hi level	100% of mode scale	(O2 X8	warning)
	3. O2 alarm Hi Hi level	150% of mode scale	(O2 X8	line cut)
	4. O2 alarm Hi Hi level	O2 3.5% of 97%N2 mode	(O2 X8	line cut)
	5. Intake air press. limit	0.45 (DP. 0.05) MPa	(PIA1	warning)
	6. Comp. outlet temp. Hi level	50 degC	(TH-60	warning)
	7. PSA air Inlet temp. Hi level	50 degC	(TIA-1	warning)
	8. Instrument air press.	0.5 MPa		
	9. Flow rate of sampling	1.0 NL/min		
	10. N2 gas delivery press.	600 kPa		
Compressor	1. Loading pressure	8.1 bar		
	2. Unloading pressure	8.9 bar		
	3. Comp. element out. temp.	100 degC	(T11	warning)
	4. Comp. element out. temp.	110 degC	(T11	shut down)
	5. Compressor air out. temp.	66 degC	(TT19	warning)
	6. Compressor air out. temp.	80 degC	(TT19	shut down)
	7. Oil separator D.P.	0.8 bar	(PDT14	warning)
	8. Air filter D.P.	-0.05 bar	(PDT02	warning)
	9. Oil separator temp	120 degC	(TT19	warning)
	10. Oil injection press.	2.5 bar	(PT42	shut down)
	11]. Motor regressing time	4000 hr	(ELKTR	service call)
	12. Oil filter life time	2000 hr	( "	service call)
	13. Oil life time	4000 hr	( "	service call)
	14. Oil separator life time	8000 hr	( "	service call)
	15. Cooling water press. limit	0.05 (DP. 0.02) MPa	(PS60	warning)
	16. No of start/Day	0 time		
Air dryer	17. Pressure dew-point Hi	15 °C	(TT31	warning)

\* This test record have been recorded in Shitanoe Shipbuilding Co., Ltd., Japan at 28th February 2007 by K. Kodama of Taiyo Nippon Sanso Co., Ltd. & S. Shiomi of Protech Co., Ltd.

# FD-マチック・バルブ 試験成績表

殿		Tag.No.
		工 番 0618916
型式 FVG-G	口径 50A	製造番号 VA18192
試験年月日 2006 年 10 月 2 日		



御 仕 様 流 体			
流 体	N2	圧 力	一次側 0.6 MPa
流 量	200 - 1000 m <sup>3</sup> /h (ntp)		二次側 -----
密 度	1.25 kg/m <sup>3</sup> (ntp)		作動差圧範囲 0.04 - 0.5 MPa
粘 度	-----	温 度	20 °C

- |            |       |
|------------|-------|
| 1) 外 観 検 査 | 判定 合格 |
| 2) 寸 法 検 査 | 判定 合格 |
| 3) 性 能 試 験 | 判定 合格 |

設定流量 m <sup>3</sup> /h (ntp)	一 次 圧 MPa	二 次 圧 MPa	実 流 量 m <sup>3</sup> /h (ntp)
1000	0.60	0.56	985
	"	0.35	1010
	"	0.10	1015
600	0.60	0.56	590
	"	0.35	605
	"	0.10	610
200	0.60	0.56	195
	"	0.35	205
	"	0.10	205

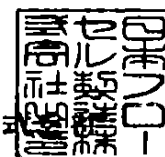
- |           |       |
|-----------|-------|
| 4) 耐圧気密試験 | 判定 合格 |
|-----------|-------|

試験圧力: 0.8 MPa 保持時間: 10 分

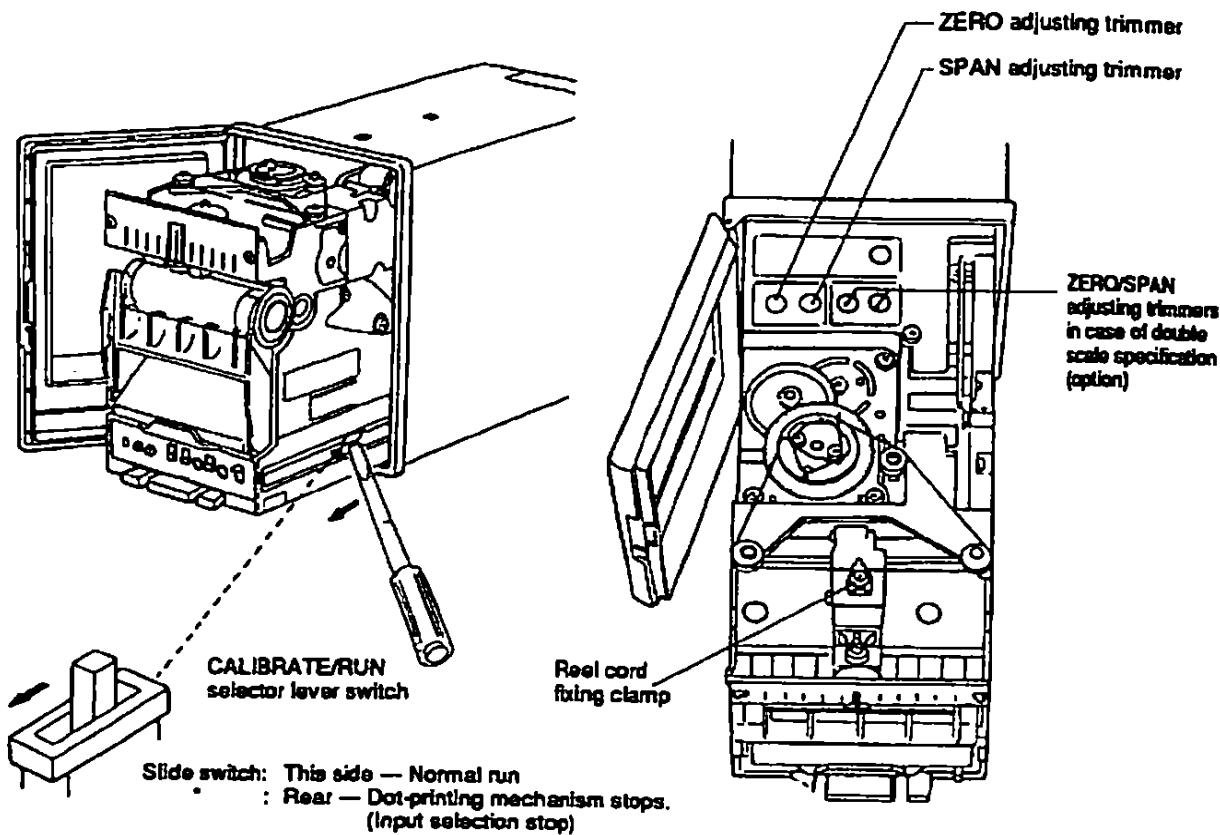
検査係	承認
	

2006 年 10 月 4 日

日本FD-マチック製造株式会社



## 9. CALIBRATION



If the indicating accuracy exceeds the specified range as a result of testing the scale, calibrate the scale according to the following adjusting procedures.

### 9-1 Triangle Mark (▼) Check

- ① Turn OFF the POWER switch.  
Shift the pointer toward the minimum scale line by turning the pulley counterclockwise by hand after drawing out the chassis.
- ③ Make sure that the pointer indicates the mark ▼ on the scale plate when turning pulley until it is stopped by the stopper.



- ④ If the pointer does not indicate mark ▼, loosen the reel cord fixing clamp, and set the pointer to mark ▼ correctly.
- ⑤ Fasten the fixing clamp, reset the chassis as before. Now, this triangle mark ▼ check is completed. Wait for longer than 20 minutes after turning ON the INDICATE switch, and then, start adjusting the zero and span by the ZERO adjusting trimmer and SPAN adjusting trimmer mounted at the innermost on the upper face of the chassis.

### 9-2 Zero Adjustment

- ① Set the DC standard voltage generator or precise variable resistor to an input value corresponding to the minimum scale.
- ② Adjust the ZERO adjusting trimmer by turning it with a minus screwdriver until the pointer meets the minimum scale on the scale plate.

### 9-3 Span Adjustment

- ① Set the DC standard voltage generator or precise variable resistor to an input value corresponding to the maximum scale.
- ② Adjust the SPAN adjusting trimmer by turning it with a minus screwdriver until the pointer meets the maximum scale on the scale plate.  
Calibrate the scale correctly by repeating the zero and span adjustment several times.

#### Caution

Test and calibrate the scale under the following standard conditions as much as possible.

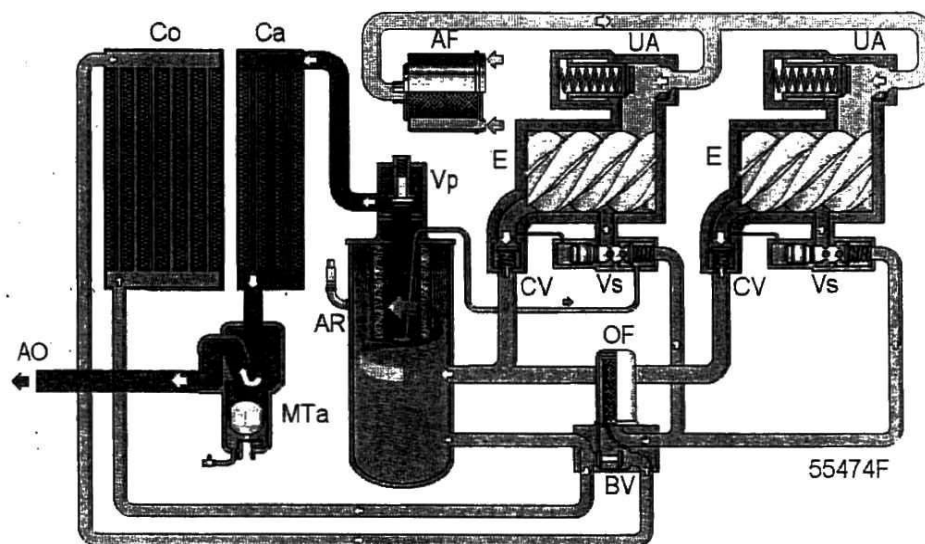
Room temperature	: $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$
Humidity	: $55 \pm 10\% \text{ RH}$
Power supply	: Rated voltage $\pm 2\%$

### Pipe connections

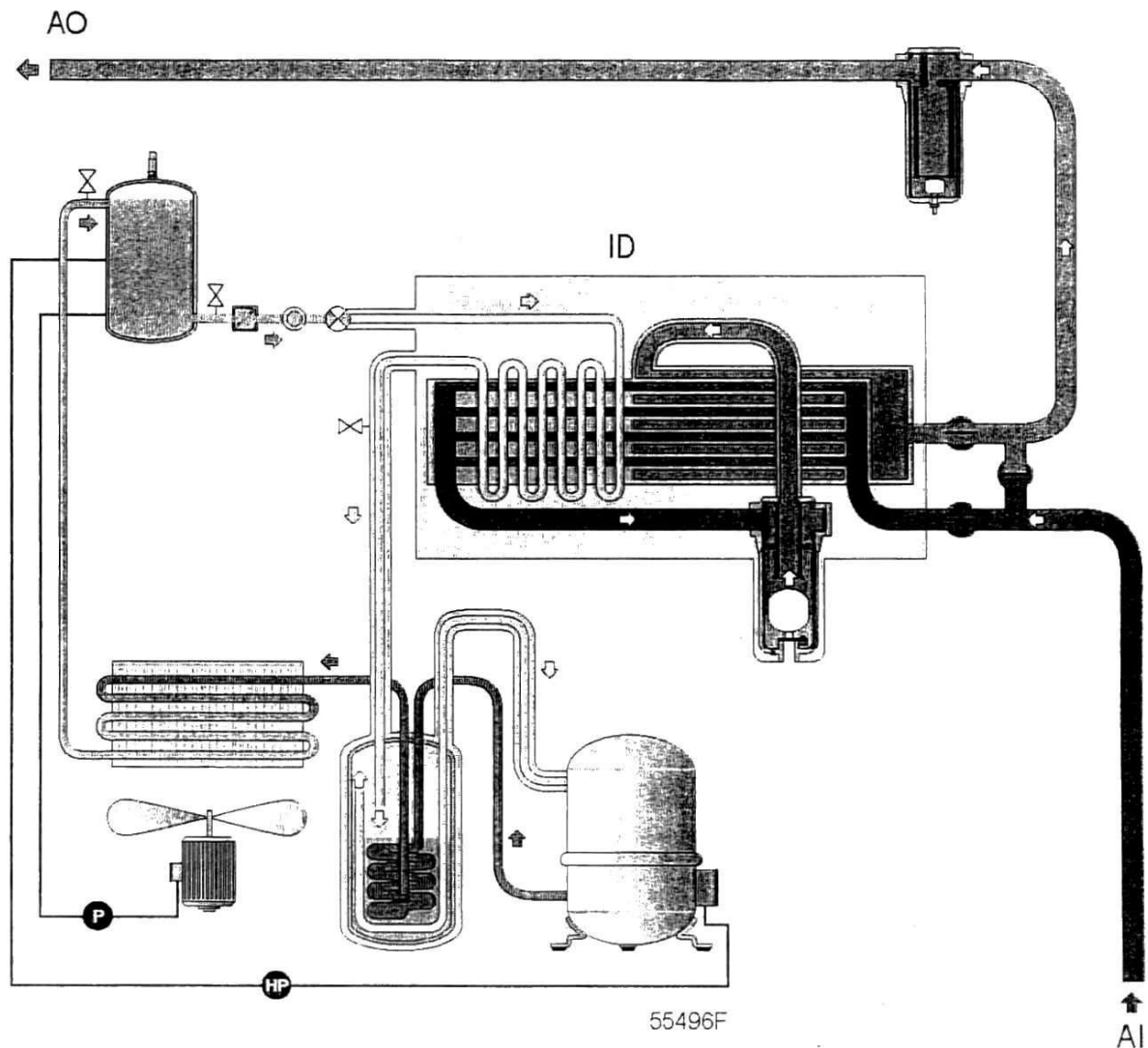
DIN connections for GA 200, GA 250 and GA 315 60 Hz.

## 2.2 Air and oil system

### Flow diagrams



*Flow diagram of GA200, GA250 and GA315 60 Hz*



*Flow diagram of air dryer on GA Full-Feature compressors*

#### **Air flow**

Air drawn through filters (AF) and unloaders (UA) is compressed in compressor elements (E). Compressed air and oil are discharged through check valves (CV) to air receiver/oil separators (AR) where oil is separated from the compressed air. The air is blown through minimum pressure valves (Vp) to air coolers (Ca).

On GA Full-Feature compressors, the cooled air is discharged through condensate trap (MTa) and outlet (AO) towards the air net via the integrated air dryer.

Check valves (CV) prevent blow-back of compressed air.

Minimum pressure valve (Vp) prevents the receiver pressure from dropping below a minimum pressure. The valve has a built-in check valve.

#### **Oil system**

Air pressure forces the oil from receivers (AR) through oil coolers (Co), filters (OF) and oil stop valves (Vs) to compressor elements (E) and the lubrication points.

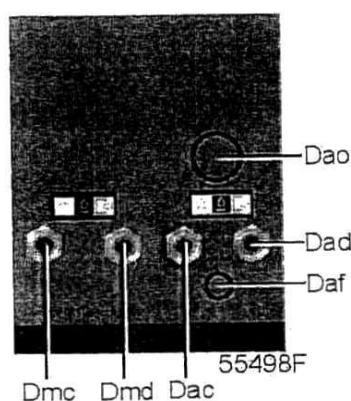
Oil stop valves (Vs) prevent the compressor elements from flooding with oil when the compressor is stopped.

Valves (BV) by-pass oil coolers (Co) when starting the compressor from a cold condition, so ensuring rapid warming of the oil to normal working temperature.

In air receivers (AR) most of the oil is removed from the air centrifugally. Almost all of the remaining oil is removed by the separator elements.

## 2.3 Cooling and condensate system

### Condensate drain system



*Condensate drains of GA 200, GA 250 and GA 315 60 Hz*

Dac	Automatic condensate drain, compressor
Dad	Automatic condensate drain, dryer (Full-Feature compressors only)
Dmc	Manual condensate drain
Dmd	Manual condensate drain, dryer (Full-Feature compressors only)

Condensate traps are installed downstream of the air coolers to prevent condensate from entering the air outlet pipe. The traps are provided with a float valve for automatically draining condensate and with a manual drain valve.

On Full-Feature compressors a condensate trap is also installed downstream of the dryer. This trap is also provided with a float valve for automatically draining condensate and with a manual drain valve.

### Cooling system

Water-cooled compressors are provided with a cooling water system, including combined oil and air coolers.