

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



MAKALAH

**UPAYA MENGATASI PENURUNAN KINERJA
NITROGEN GAS GENERATOR
UNTUK OPERASI PEMBUANGAN GAS PROPHANE
DI KAPAL MT. GAS HARMONY**

Oleh :

MUHAMAD JUFRI PUTRA

NIS. 01512 / T

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - I

JAKARTA

2019

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



M A K A L A H

**UPAYA MENGATASI PENURUNAN KINERJA
NITROGEN GAS GENERATOR
UNTUK OPERASI PEMBUANGAN GAS PROPHANE
DI KAPAL MT. GAS HARMONY**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Diklat Pelaut – 1**

Oleh :

MUHAMAD JUFRI PUTRA

NIS. 01512 / T

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - I

J A K A R T A

2 0 1 9

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : MUHAMAD JUFRI PUTRA
NIS : 01512 / T
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : UPAYA MENGATASI PENURUNAN
KINERJA NITROGEN GAS GENERATOR
UNTUK OPERASI PEMBUANGAN GAS
PROPHANE DI KAPAL MT. GAS HARMONY

Jakarta, Juni 2019

Pembimbing I

Pembimbing II

M. Hasan Habli, M.M
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 195810081998081001

R.M. Yusuf, S.T
Penata (III/c)
NIP. 197606222003121002

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, M.M.Tr
Penata Tk.1 (III/d)
NIP. 197209012005021001

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kapal merupakan sarana angkutan transportasi air yang banyak digunakan dan berperan sangat besar di dalam mendistribusikan barang, minyak, gas dan lain sebagainya dari antar pulau maupun sampai antar negara. Kapal banyak digunakan karena dianggap sebagai salah satu sarana transportasi air yang aman dan efisien. Salah satu dari transportasi air yang juga memiliki peranan penting yaitu kapal tanker gas, dalam hal ini adalah *Liquified Petroleum Gas (LPG) carrier* yang mempunyai peranan atau fungsi utamanya yaitu untuk mengangkut muatan berupa gas minyak bumi yang dicairkan.

Kapal *Liquified Petroleum Gas (LPG) carrier* yang pada umumnya digunakan untuk mengangkut muatan berupa gas minyak bumi yang dicairkan mempunyai beberapa tipe berdasarkan dari tangki muatan yaitu *Refrigerated*, *Semi refrigerated* dan *Pressurized*. Kapal *Liquified Petroleum Gas (LPG) carrier* yang tangki muatannya bertipe *pressurized* mempunyai suatu sistem yang dikenal dengan nama sistem nitrogen gas generator.

Sistem nitrogen gas generator adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menghasilkan gas nitrogen murni yang kemudian digunakan untuk menyuplai nitrogen murni tersebut 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 nitrogen ini bersih dari gas-gas yang mudah terbakar atau gas hidrokarbon dalam hal ini adalah gas *prophane*. Dan juga diharapkan agar gas nitrogen memiliki kandungan uap air yang rendah. Kandungan uap air yang berada pada gas nitrogen tidak dapat berkurang secara maksimal apabila *dew point temperature* pada *air dryer* terlalu tinggi melewati batas yang tertera pada buku manual. Jadi sistem nitrogen

gas generator ini sangat berperan penting dalam proses pembuangan gas yang mudah terbakar atau gas hidrokarbon yang berada di dalam *hold space* (lapisan terluar dari tangki muatan), *cofferdam* (ruangan diantara tangki muatan), pipa-pipa muatan, pesawat-pesawat bantu muatan, dan juga tangki muatan yang berada di kapal MT. Gas Harmony. Gas nitrogen yang dihasilkan oleh nitrogen gas generator ini harus memiliki kadar oksigen dibawah 0.1% dari volume, hal ini sesuai dengan apa yang tertera pada buku manual. Oleh karena itu apabila kadar oksigen pada gas nitrogen melampaui dari 0.1% maka sistem nitrogen gas generator akan berhenti secara otomatis.

Kelancaran dari proses pengoperasian penyuplaian gas nitrogen ini sangat dipengaruhi oleh baik atau buruknya perawatan dari nitrogen gas generator yang di mana perawatan nitrogen gas generator harus sesuai dan dilakukan secara berkala. Nitrogen gas generator ini sendiri dilengkapi dengan beberapa jenis permesinan bantu dan beberapa parameter seperti *Air compressor*, *Air cooler system (Plate heat exchanger)*, *Air dryer system*, *Air filter/Micro mist filter*, *Oil separator*, *Pressure Swing Adsorption (PSA)*, *Auto drain trap*, *Oxygen meter*, *Dew point temperature meter*, *Different pressure gauge* yang kesemuanya masing-masing memiki fungsi khusus dalam menunjang kelancaran produksi gas nitrogen. Dari permesinan bantu tersebut terkadang terjadi masalah-masalah yang terjadi selama penulis melakukan pekerjaan diatas kapal MT. Gas Harmony, misalnya seperti tingginya perbedaan tekanan pada *micro mist filter*, rendahnya tekanan kondensor pada *air dryer*, kotornya *auto drain trap*, turunnya kinerja *pressure swing adsorption* dan rusaknya penggerak *control valve* serta *cylinder valve* pada *pressure swing adsorption*, yang dari keseluruhan masalah tersebut membuat kelancaran dari proses pengoperasian sistem gas nitrogen dapat terganggu.

Kelancaran dari pengoperasian nitrogen gas generator ini juga dipengaruhi oleh kualitas tenaga kerja, dimana tenaga kerja atau operator dalam hal ini masinis kapal harus mengerti dengan baik sistem kerja dari sistem nitrogen gas generator agar tujuan yang diinginkan dapat tercapai, serta mengetahui prosedur pengoperasian dari sistem nitrogen gas generator dan juga memahami bagaimana melakukan perawatan dari nitrogen gas generator ini. Faktor lain yang juga sangat menunjang kelancaran pengoperasian nitrogen gas generator ini adalah adanya

sistem perawatan yang berkala serta tersedianya suku cadang yang memadai di atas kapal. Selain itu hal-hal yang menjadi masalah sehingga terjadinya penurunan kinerja nitrogen gas generator yang berdasarkan pengalaman dari masinis sebelumnya yaitu tingginya temperatur udara bertekanan yang keluar dari *air cooler* dan juga tekanan udara pada kompresor udara menurun.

Melihat pada pentingnya kelancaran pengoperasian nitrogen gas generator di dalam memproduksi gas nitrogen dan melihat pada kenyataannya bahwa penulis menemui beberapa permasalahan yang membuat kinerja nitrogen gas generator yang ada dikapal MT. Gas Harmony ini mengalami penurunan, maka penulis tertarik untuk membuat makalah dengan tujuan sebagai referensi bagi teman-teman yang bekerja di atas kapal. Makalah yang ingin di tulis oleh penulis yakni berjudul :

” UPAYA MENGATASI PENURUNAN KINERJA NITROGEN GAS GENERATOR UNTUK OPERASI PEMBUANGAN GAS PROPHANE DI KAPAL MT. GAS HARMONY ”

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang di atas dapat diidentifikasi beberapa masalah yang ditemui dalam upaya mengatasi penurunan kinerja dari nitrogen gas generator ini adalah sebagai berikut:

- a. Rendahnya tekanan udara pada kompresor udara.
- b. Tingginya temperatur udara bertekanan yang keluar dari alat pendinginan udara (*air cooler / plate heat exchanger*).
- c. Kurangnya pengoperasian dari alat pengeringan udara (*Air dryer*).
- d. Tingginya *dew point temperature*.
- e. Tingginya perbedaan tekanan atau *differential pressure* pada *micro mist filter*.
- f. Bocornya pipa-pipa pendingin air laut.
- g. Tingginya kadar oksigen pada gas nitrogen.
- h. Rendahnya tekanan kondensor (*condenser pressure*).

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Gas nitrogen adalah gas industri yang diproduksi melalui distilasi fraksional udara cair, atau melalui cara mekanis dengan menggunakan bahan baku udara (membran osmosis balik bertekanan atau penyerapan ayun tekanan). Generator gas nitrogen yang menggunakan membran atau penyerapan ayun tekanan (bahasa Inggris: *Pressure Swing Adsorption*, PSA) biasanya lebih efisien dari sisi biaya dan energi dibandingkan nitrogen bertekanan yang disimpan dan dikirim di dalam tabung. Nitrogen komersial sering kali merupakan hasil samping dari pengolahan udara untuk pemekatan industri oksigen untuk pengolahan baja dan penggunaan lainnya. Ketika dipasok sebagai gas bertekanan dalam tabung, sering kali disebut sebagai nitrogen bebas oksigen (*oxygen-free nitrogen*, OFN). Nitrogen dengan derajat kemurnian komersial sudah mengandung setinggi-tingginya 20 ppm oksigen, dan tersedia juga dengan derajat kemurnian khusus yang mengandung setinggi-tingginya 2 ppm oksigen dan 10 ppm argon. Penemuan nitrogen dianugerahkan kepada dokter berkebangsaan Skotlandia Daniel Rutherford pada tahun 1772, yang menyebutnya sebagai udara berbahaya (bahasa Inggris: *noxious air*). Meskipun ia tidak mengakuinya sebagai zat kimia yang sepenuhnya berbeda, ia dengan tegas membedakannya dari "udara tetap"-nya Joseph Black, atau karbon dioksida. Fakta bahwa terdapat komponen udara yang tidak mendukung pembakaran sudah cukup jelas bagi Rutherford, meskipun dia tidak menyadari bahwa itu adalah sebuah unsur. Nitrogen juga diteliti di saat yang sama oleh Carl Wilhelm Scheele, Henry Cavendish, dan Joseph Priestley, yang merujuknya sebagai udara terbakar atau udara terflogistikasi. Gas nitrogen cukup inert sehingga dirujuk oleh Antoine Lavoisier sebagai "udara mefitik" atau *azote*, dari bahasa Yunani: *ἀζωτικός* (*azotikos*), "tak hidup". Dalam atmosfer yang berisi nitrogen murni, hewan mati dan api padam. Meskipun nama usulan Lavoisier

tidak diterima dalam bahasa Inggris, karena itu menuduh bahwa hampir semua gas (tentu saja dengan oksigen sebagai satu-satunya pengecualian) adalah mefitik, nama tersebut digunakan dalam banyak bahasa (Prancis, Italia, Portugis, Polandia, Rusia, Albania, Turki, dll.; dalam bahasa Jerman *Stickstoff* merujuk ke karakteristik yang sama, yaitu *sticken* "tersedak atau tercekik") dan tetap bertahan dalam bahasa Inggris dalam nama yang umum untuk banyak senyawa nitrogen seperti hidrazin dan senyawa dari ion azida. Akhirnya, ini mengarah ke nama "pniktogen untuk golongan dalam tabel periodik yang dimulai oleh nitrogen, dari bahasa Yunani πνίγειν "tersedak". (<https://id.wikipedia.org/wiki/Nitrogen>)

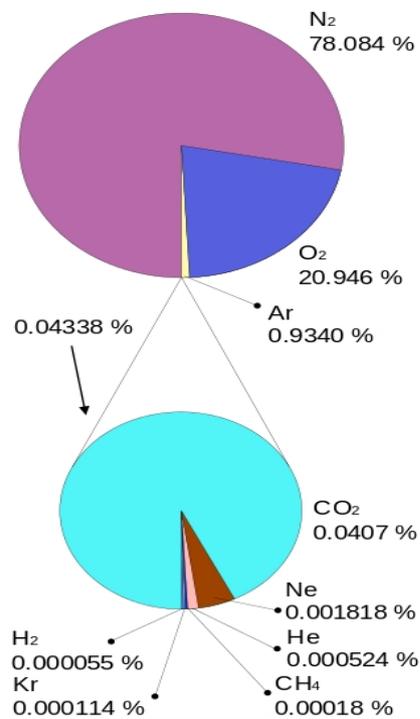
Nitrogen adalah suatu komponen yang memiliki bagian terbesar dalam udara. Nitrogen tidak dapat terbakar dalam tekanan atmosfer dan suhu $< -196\text{ }^{\circ}\text{C}$, serta apabila tercairkan dengan nitrogen 19% lebih ringan dibandingkan dengan air. Nitrogen terdapat dalam semua makhluk hidup dalam bentuk senyawa seperti protein. Gas nitrogen murni adalah inert gas, sifatnya seperti gas O_2 tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna. Nitrogen tidak mempunyai sifat paragmaetig seperti halnya O_2 . Liquid nitrogen terbentuk pada suhu $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ (77 K) pada tekanan atmosfer normal. Nitrogen tidak mudah terbakar dan beracun, tetapi dapat menyebabkan *Phyciation Acid* jika tertutup tanpa ventilasi yang baik. (https://www.academia.edu/17109830/PEMBUATAN_GAS_O2_N2_DAN_ARGON)

Atmosfer mengandung campuran gas-gas yang lebih dikenal dengan nama udara dan menutupi seluruh permukaan bumi. Campuran gas-gas ini menyatakan komposisi dari atmosfer bumi. Bagian bawah dari atmosfer bumi dibatasi oleh daratan, samudera, sungai, danau, es, dan permukaan salju. Gas pembentuk atmosfer disebut udara. Udara adalah campuran berbagai unsur dan senyawa kimia sehingga udara menjadi beragam. Keberagaman terjadi biasanya karena kandungan uap air dan susunan masing-masing bagian dari sisa udara (disebut udara kering). Atmosfer Bumi terdiri atas nitrogen (78.17%) dan oksigen (20.97%), dengan sedikit argon (0.93%), dan gas lainnya. (<https://sekarilmu.wordpress.com/2013/02/24/komposisi-atmosfer-bumi/>)

Tabel 2.1
Gas-gas penyusun atmosfer bumi

NAMA GAS	SIMBOL KIMIA	VOLUME (%)
Nitrogen	N ₂	78,08
Oksigen	O ₂	20,95
Argon	Ar	0,93
Karbondioksida	CO ₂	0,034
Neon	Ne	0,0018
Helium	He	0,0052
Ozon	O ₃	0,0006
Hydrogen	H ₂	0,00005
Krypton	Kr	0,00011
Metana	CH ₄	0,00015
Xenon	Xe	Sangat kecil

(Sumber : <https://sekarilmu.wordpress.com/2013/02/24/komposisi-atmosfer-bumi/>)



Gambar 2.1

Composition of earth's atmosphere by volume

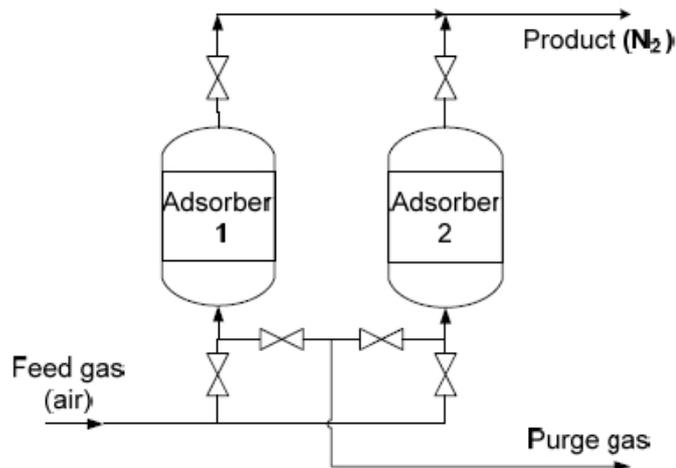
(Sumber : https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Earth)

Pressure swing adsorption is an adsorption-based process that has been used for various gas separation and purification purposes. Separation in these processes depends on the ability of one or more adsorbents which are porous solids to selectively adsorb one or more of the components of a gas/liquid mixture. In a PSA process the gas mixture is fed to one or more adsorption columns at P_{feed} (P_{high}) which can be atmospheric or higher. During this step, one or more components are adsorbed more than the others, so the less adsorbed components leave the system at P_{feed} (P_{high}) (minus the bed pressure drop). The saturated adsorbents are then regenerated by reducing the pressure to a pressure less than P_{feed} . As a result, the heavier components (more strongly adsorbed) desorb and leave the system through its feed end, at P_{low} which can be atmospheric or lower. PSA systems usually consist of two or more adsorption tanks; while one tank is going through adsorption, the other goes through regeneration (desorption). Examples of PSA gas separation processes are air-separation for N_2/O_2 generation and hydrogen purification. The performance of any PSA unit is a function of the type of adsorbent and the process design.

Artinya sebagai berikut :

(Tekanan adsorpsi ayunan adalah proses berbasis adsorpsi yang telah digunakan untuk berbagai tujuan pemisahan gas dan pemurnian. Pemisahan dalam proses ini tergantung pada kemampuan satu atau lebih adsorben yang merupakan padatan berpori untuk secara selektif menyerap satu atau lebih komponen dari campuran gas/cair. Dalam proses PSA campuran gas diberi umpan untuk satu atau lebih adsorpsi kolom di P_{feed} (P_{high}) yang dapat menjadi atmosfer atau lebih tinggi. Selama langkah ini satu atau lebih komponen yang teradsorpsi lebih dari yang lain, sehingga komponen yang kurang teradsorpsi meninggalkan sistem di P_{feed} (P_{high}) (minus penurunan tekanan bed). Adsorben jenuh kemudian diregenerasi dengan mengurangi tekanan menjadi tekanan kurang dari P_{feed} . Akibatnya komponen yang lebih berat (lebih kuat adsorbed) desorb dan meninggalkan sistem melalui ujung pakan, di P_{low} yang dapat atmosfer atau lebih rendah. Sistem PSA biasanya terdiri dari dua atau lebih tangki adsorpsi; sementara satu tangki akan melalui adsorpsi, yang lain berjalan melalui regenerasi (desorption). Contoh proses pemisahan gas PSA adalah pemisahan udara untuk generasi N_2/O_2 dan pemurnian hidrogen. Kinerja setiap unit PSA adalah fungsi dari jenis Adsorben

dan desain proses). (<https://fedanitrogen.com/pressure-swing-adsorption-a-gas-separation-purification-process/>)

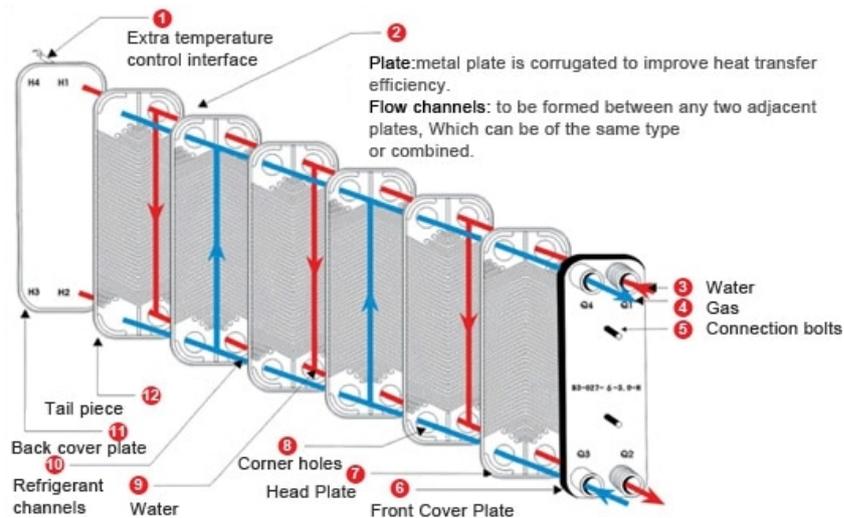


Gambar 2.2

Flow sheet of the optimized N₂-PSA plant

(Sumber : https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full30458.pdf)

Plate heat exchanger adalah suatu media pertukaran panas yang terdiri dari pelat (*plate*) dan rangka (*frame*). Dalam *Plate heat exchanger*, pelat disusun dengan susunan tertentu, sehingga terbentuk dua jalur yang disebut dengan *hot side* dan *cold side*. *Hot side* dialiri dengan cairan atau gas dengan suhu relatif lebih panas dan *cold side* dialiri dengan cairan dengan suhu relatif lebih dingin. Zat cair yang digunakan sebagai medium bisa dari jenis yang sama atau lain, misalnya air-air, air-minyak, air-udara, dan lain-lain. Pertukaran panas terjadi dari cairan yang lebih panas ke cairan yang lebih dingin melalui pelat-pelat yang memisahkan kedua jalur. Dengan demikian *plate heat exchanger* dapat digunakan sebagai media untuk memanaskan maupun mendinginkan cairan. Aplikasi *plate heat exchanger* sendiri sangat luas, misalnya untuk mendinginkan minyak pelumas dari mesin, mendinginkan *waste water*, memanaskan air untuk industri minuman, pasteurisasi susu, dan lain-lain. Jenis industri yang dapat memanfaatkan *plate heat exchanger* juga luas sekali, misalnya petrokimia, pabrik kertas, pabrik makanan minuman, perkapalan, dan sebagainya yang umumnya memerlukan pendinginan atau pemanasan dimana mesin bekerja secara terus menerus dan dalam waktu yang panjang. (<https://primahandal.com/apa-itu-plate-heat-exchanger/>)



Gambar 2.3

Plate heat exchanger

(Sumber : <https://primahandal.com/apa-itu-plate-heat-exchanger/>)

Plate Heat Exchanger (PHE) adalah suatu alat perpindahan panas yang berbentuk frame yang diberi plate sebagai sekat-sekat. Perpindahan panas yang ada terjadi lewat plate-plate yang berfungsi sebagai sekat konduktor tersebut. Kelebihan *plate heat exchanger* dibandingkan *heat exchanger* yang lain adalah luas permukaan perpindahan panas yang lebih besar dengan jumlah fluida yang sama, sehingga dari segi *pinch analysis* hal ini lebih menguntungkan karena perpindahan panas yang terjadi lebih efisien. Dari segi manufaktur, hal ini menguntungkan karena tidak memerlukan tempat yang terlalu luas. (<https://artikelteknikkimia.blogspot.com/2012/12/plate-heat-exchanger.html>)

Alat penukar panas atau *Heat Exchanger* (HE) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Biasanya medium pemanas dipakai adalah air yang dipanaskan sebagai fluida panas dan air biasa sebagai air pendingin (*cooling water*). Penukar panas dirancang sebisa mungkin agar perpindahan panas antar fluida dapat berlangsung secara efisien. Pertukaran panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung (*direct contact*). Penukar panas sangat luas dipakai dalam industri seperti kilang minyak, pabrik kimia maupun petrokimia, industri gas alam, refrigerasi, pembangkit listrik.

<https://pelatihanguru.net/jenis-jenis-alat-penukar-panas-dan-tipe-aliran-he-heat-exchanger>)

Hal yang perlu dilakukan terhadap pembersihan *plate heat exchanger*, yaitu sebagai berikut :

Periksa dan bersihkan penukar panas secara berkala. Periode operasi sebelum pembersihan tergantung pada cairan yang digunakan. Dalam pertukaran panas dengan air bersih, unit tidak perlu dibersihkan sekitar satu tahun. Basuh piring saat digantung di unit, dan bersihkan dengan sikat serat atau sikat kawat baja stainless. (hanya menggunakan sikat logam yang terbuat dari stainless steel). hati-hati jangan sampai merusak paking di sini. Membersihkan dengan water jet juga efektif. (gunakan jet air dengan 50 kg / cm² atau lebih. Dalam pembersihan kimia dengan asam nitrat tipis, perhatikan sepenuhnya ketahanan korosi pelat dan paking, dan pastikan untuk melakukan netralisasi dan pembilasan setelah pembersihan. (asam nitrat 4% wt direkomendasikan di bawah 60 derajat celcius).
(*Instruction manual book*)

Berdasarkan spesifikasi *air dryer* yang terdapat di dalam *instruction manual book* mengatakan bahwa temperatur udara yang masuk kedalam *air dryer* harus berada pada suhu 45⁰C dan maksimal 60⁰C, *dew point temperatur* maksimal 10⁰C di bawah tekanan, tekanan gas freon pada kondensor yaitu 14 – 18 kgf/cm².
(*instruction manual book*)

Berdasarkan buku petunjuk manual, *dew point control valve* adalah katup yang mempunyai fungsi untuk mengatur besar dan kecilnya tekanan dari aliran gas freon yang masuk kedalam evaporator pada *air dryer unit*. Apabila penyetelan tekanan aliran gas freon pada *dew point control valve* terlalu besar maka *dew point temperature* menjadi kecil dan sebaliknya apabila penyetelan tekanan aliran gas freon pada *dew point control valve* terlalu kecil maka *dew point temperature* menjadi besar. (*instruction manual book*)

Berdasarkan *delivery specifications* pada buku manual atau data yang ada adalah sebagai berikut :

1. Kuantitas produksi gas nitrogen (N₂) 100 m³/jam.
2. Kemurnian gas nitrogen (N₂) 99.9 Vol % atau lebih.
3. Kemurnian gas oksigen (O₂) 0.1 Vol % atau kurang.

4. Tekanan normal dari *air compressor* 0.8 – 0.9 MPa.
5. Tekanan produksi gas nitrogen 0.5 MPa.
6. Tekanan air pendingin 1.0 – 1.5 kg/cm²G.
7. *Flow rate* air pendingin 6.8 m³/jam.
8. Media air pendingin yaitu air laut.

(*instruction manual book*)

Berdasarkan buku petunjuk manual (*instruction manual book*) bahwa aliran laju dari gas nitrogen sudah ditentukan nilainya yaitu 100 m³/jam dan tekanan udara normal yang masuk ke dalam *pressure swing adsorption* yaitu 0.8 – 0.9 MPa, jika aliran laju gas nitrogen melewati dari nilai yang ditentukan yaitu 100 m³/jam maka kadar oksigen pada gas nitrogen tidak sesuai yang diharapkan yaitu di bawah 0.1% dari volume. Hal ini terjadi karena di dalam *pressure swing adsorption* terdapat *carbon molecular sieve* yang bekerja dengan cara menyerap molekul oksigen, apabila aliran laju terlalu besar atau melewati nilai yang sudah ditentukan maka molekul oksigen tidak dapat terserap secara keseluruhan dan dapat mengakibatkan penyerapan pada molekul oksigen terlewat. Sehingga molekul oksigen yang terlewat tersebut keluar dari *pressure swing adsorption* mengikuti gas nitrogen. Sehingga mengakibatkan kadar oksigen pada gas nitrogen melewati dari batas yang sudah ditentukan. (*instruction manual book*)

Panas adalah salah satu bentuk energi yang dapat dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lain, tetapi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan sama sekali. Dalam suatu proses, panas dapat mengakibatkan terjadinya kenaikan suhu suatu zat dan atau perubahan tekanan, reaksi kimia dan kelistrikan. Proses terjadinya perpindahan panas dapat dilakukan secara langsung yaitu fluida yang panas akan bercampur secara langsung dengan fluida dingin tanpa adanya pemisah, dan secara tidak langsung yaitu bila diantara fluida panas dan fluida dingin tidak berhubungan langsung tetapi dipisahkan oleh sekat-sekat pemisah. (<https://pelatihanguru.net/prinsip-dan-teori-dasar-perpindahan-panas>)

Menurut William C Reynolds yang dialih bahasakan oleh Filino Harahap dalam bukunya yang berjudul “Thermodinamika 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

BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

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

1. Tingginya temperatur udara bertekanan yang keluar dari alat pendinginan udara (air cooler / plate heat exchanger).

Pada Tanggal 13 April 2017 dalam perjalanan dari mactaphut, Thailand ke Gresik, Indonesia pada saat kapal dalam keadaan kosong seperti biasa sebulan sekali dilakukan rutinitas tes menjalankan nitrogen gas generator. Pada saat melakukan tes menjalankan nitrogen gas generator, masinis melihat temperatur udara yang masuk ke dalam *air dryer* tidak normal atau temperatur udara yang keluar dari alat pendingin udara tidak normal. Pada saat itu masinis melihat temperatur udara yang keluar dari alat pendingin udara 65⁰C yang seharusnya temperatur udara berada pada sekitar 45⁰C.

2. Tingginya dew point temperature.

Pada tanggal 29 Agustus 2017 pukul 13:00, masinis mulai melakukan persiapan untuk menjalankan nitrogen gas generator. Ketika semua sistem sudah berjalan tanpa adanya hambatan, masinis melihat penunjuk angka pada *dew point temperatur* meter menimbulkan gejala yang tidak normal pada nilainya, dimana seharusnya menunjukkan angka normal yaitu di bawah 10⁰C tetapi dalam keadaan ini angka yang ditunjukkan yaitu berupa *temperature dew point* menunjukkan ketidakstabilan angka yaitu 15⁰C lebih dari batas normal 10⁰C.

3. Tingginya kadar oksigen pada gas nitrogen.

Pada tanggal 15 September 2017 pukul 14:00, ketika menjalankan nitrogen gas generator, terjadi alarm tingginya kadar oksigen pada gas dimana yaitu

lebih dari 0.1% sehingga gas nitrogen yang dihasilkan tidak sesuai yang diharapkan. Perlu diketahui berdasarkan buku manual kadar oksigen pada gas nitrogen dalam sistem ini adalah kurang dari 0.1%.

B. ANALISIS DATA

Di dalam rangka pemecahan masalah terhadap penurunan kapasitas dari sistem nitrogen gas generator yang disebabkan oleh 3 permasalahan yang telah dijelaskan dalam rumusan masalah, terlebih dahulu akan dikemukakan analisa terhadap permasalahan-permasalahan tersebut sebagai berikut :

1. Tingginya temperatur udara bertekanan yang keluar dari alat pendinginan udara (*air cooler / plate heat exchanger*).

Tingginya temperatur udara bertekanan yang keluar dari alat pendingin udara ini dapat menyebabkan penurunan kapasitas pada nitrogen gas generator. Sehingga kualitas pada saat memproduksi gas nitrogen tidak terjadi sesuai yang diharapkan. Sesuai dengan analisa yang dilakukan oleh penulis hal ini terjadi karena ada beberapa faktor yaitu :

a. Kotornya pelat-pelat pada alat pendingin udara (*plate heat exchanger*).

Apabila pelat-pelat pada alat pendingin udara kotor maka proses pendinginan udara tidak terjadi sebagaimana semestinya. Sehingga udara panas bertekanan yang berasal dari kompresor tidak mengalami pendinginan yang seharusnya.

b. Kurangnya tekanan pada air pendingin yang masuk ke dalam alat pendingin udara (*plate heat exchanger*).

Tekanan air pendingin tidak dapat dipisahkan dari pentingnya alat pendingin udara ini, karena karena setiap alat pendingin udara memiliki tekanan air pendingin sesuai dengan tipe dari alat pendingin tersebut. Perlu diketahui bahwa tekanan air pendingin harus berkisar 1.0 – 1.5 kg/cm²G sesuai dengan buku petunjuk manual.

2. Tingginya *dew point temperature*.

Tingginya *dew point temperature* pada gas menyebabkan kadar uap air pada gas tidak berkurang. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa *dew point* adalah temperatur 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 sistem ini, untuk membuat suatu gas itu memiliki kandungan uap air yang sedikit atau rendah tentunya dibutuhkan suatu alat pengering udara yang baik untuk menyerap kadar uap air yang terkandung pada gas yang dihasilkan oleh sistem nitrogen gas generator ini. Oleh karena itu untuk menghilangkan kadar uap air pada udara atau gas dibutuhkan yang namanya *air dryer*. Dari hasil analisa yang dilakukan oleh penulis, penulis mendapatkan hal-hal yang mengakibatkan *dew point temperature* menjadi tinggi yaitu :

- a. Tekanan freon pada kondensor tidak sesuai dengan nilai yang sudah ditentukan pada buku manual yaitu 14 - 18 kgf/cm².

Terlalu tinggi atau rendahnya tekanan freon pada kondensor menyebabkan pengeringan udara tidak sesuai yang diharapkan.

- b. *Dew point control valve* tidak bekerja dengan baik.

Apabila *dew point control valve* tidak bekerja dengan baik, maka *dew point temperature* menjadi tinggi.

3. Tingginya kadar oksigen pada gas nitrogen.

Kadar oksigen yang tinggi berpengaruh pada tidak tercapainya kelembaman pada suatu campuran gas yang diinginkan untuk mencegah terjadinya kebakaran dan hal ini sangat berbahaya. Dari hasil pengamatan yang dilakukan oleh penulis, penulis menganalisa ada beberapa hal yang menyebabkan tingginya kadar oksigen pada gas nitrogen yaitu :

- a. Tingginya aliran laju gas nitrogen yang dialirkan melalui *flow meter* telah melewati batas dari buku manual yaitu maksimal 100m³/jam.

Dengan tingginya aliran laju gas nitrogen yang dialirkan melalui *flow meter* maka akan semakin tinggi pula kadar oksigen pada gas nitrogen yang dihasilkan, batas maksimum dari *flow rate* pada gas nitrogen sesuai buku manual adalah 100m³/jam dengan kadar oksigen 0.1 % dari volume, apabila kadar nitrogen yang dialirkan melebihi batas normal maka akan semakin tinggi pula kadar oksigen pada gas.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari uraian yang dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, penulis menarik beberapa kesimpulan tentang upaya untuk mengatasi penurunan kinerja nitrogen gas generator dimana pengoperasian nitrogen gas generator ini dirasakan belum optimal yang terlihat pada batasan masalah yang penulis jumpai selama melakukan pengamatan diatas kapal. Dari hal tersebut penulis mengambil kesimpulan sesuai dengan analisis data pada setiap permasalahan yang ditemui yaitu :

1. Untuk mengatasi tingginya temperatur udara bertekanan yang keluar dari alat pendinginan udara maka perlu dilakukan pembersihan pelat-pelat yang kotor pada alat pendingin udara (*plate heat exchanger*) dengan menggunakan sikat serat (*fiber brush*) atau sikat kawat baja anti karat (*stainless steel wire brush*) dan juga perlu dilakukan pengecekan terhadap rendahnya tekanan pada air pendingin yang masuk ke dalam alat pendingin udara (*plate heat exchanger*) dengan memeriksa tekanan air pendingin yang keluar dari pompa air pendingin.
2. Untuk mengatasi tingginya *dew point temperature* maka perlu dilakukan pengecekan terhadap tekanan gas freon pada kondensor dengan melakukan pemeriksaan kebocoran pada gas freon dan juga perlu dilakukan pemeriksaan pada *dew point control valve* yang tidak bekerja dengan baik serta melakukan pergantian terhadap *dew point control valve*.
3. Untuk mengatasi tingginya kadar oksigen maka perlu dilakukan penyetelan aliran laju gas nitrogen terhadap *flow meter* dengan mengikuti nilai aliran laju gas nitrogen pada buku petunjuk manual dan juga perlu dilakukan kalibrasi terhadap oksigen *analyzer* yang tidak bekerja dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Gas Tanker Familiarization (Familiarisasi Tanker Gas), Tanker Familiarization Course (TFC) Modul-3, (Jakarta: Badan Diklat Perhubungan, 2000)

Inert Gas System (Sistem Gas Lembam), Oil Tanker Training (OTT) Modul-3, (Jakarta: Badan Diklat Perhubungan, 2000)

Instruction Manual Book Nitrogen Gas Generator, (Japan: Kuraray Chemical Co.,Ltd., 2000)

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

Reynolds, William C., Perkins, Henry C. *Termodinamika Teknik*. (Edisi ke-2). Terjemahan oleh Filino Harahap. (Jakarta: Erlangga, 1982)

<https://artikelteknikkimia.blogspot.com/2012/12/plate-heat-exchanger.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/Pressure_swing_adsorption

<https://fedanitrogen.com/pressure-swing-adsorption-a-gas-separation-purification-process/>

<https://id.wikipedia.org/wiki/Nitrogen>

<https://pelatihanguru.net/jenis-jenis-alat-penukar-panas-dan-tipe-aliran-he-heat-exchanger>

<https://pelatihanguru.net/prinsip-dan-teori-dasar-perpindahan-panas>

<https://www.academia.edu/17109830/>

<https://www.scribd.com>

Lampiran 1. N₂ Generator Operation Log

N₂ GENERATOR OPERATION LOG		VESSEL : GAS HARMONY		
		ISSUE NO : GTHA-17-0726		
		CHECK TIME : EVERY 1HR		
		PIC : I/E		
DATE (DD-MM-YY)	24.05.2017	22.06.2017	26.07.2017	
TIME	16:00	15:00	14:00	
TOTAL HOUR METER (COMP/ PSA)	1206/1171	1208/1173	1209/1174	
AIR TEMPERATURE (BRIDGE)	34	35	34	
ROOM TEMPERATURE (°C)	32	32	32	
COMPRESSOR	MAXIMUM PRESSURE	10.8	10.8	10.7
	COMPRESSOR OUTLET PRESSURE	9.3	9.3	9.2
	DP AIR FILTER	-0.018	-0.019	-0.018
	DP OIL SEPARATOR	0.25	0.26	0.26
	OIL INJECTION ELEMENT	5.4	5.4	5.3
	OUTLET TEMPERATURE	41	42	43
	ELEMENT 1 OUTLET (BELOW 110°C)	85	85	85
	COOLING MEDIUM	33	33	33
AIR COOLER	S.W INLET(BELOW 32°C)	29	30	30
	S.W OUTLET(BELOW 37°C)	31	32	32
	AIR INLET(BELOW 60°C)	39	39	39
	AIR OUTLET(BELOW 40°C)	33	33	33
AIR DRYER	DEW POINT(BELOW 10°C)	5	4	4
	DEW DISCHARGE CHECK	9.0	9.0	9
	CONDENSER PRESSURE (14~ 16Kg/dl)	14.8	14.7	14.8
MICRO-ALESCER	DPI- BELOW 0.3K	0.21	0.20	0.21
PSA	PI-1	0.86	0.86	0.86
NO.1	PI-2	0.87	0.87	0.87
PI-8.0~8.9	PI-3	0.87	0.87	0.87
F/M-100Nrd/Hr	PI-4	0.87	0.87	0.87
O₂-BELOW 0.1%	FLOW METER	85	85	85
	O ₂ DENSITY	0.07	0.07	0.07
PSA	PI-1	0.87	0.87	0.87
NO.2	PI-2	0.87	0.87	0.87
PI-8.0~8.9	PI-3	0.87	0.87	0.87
F/M-BELOW	PI-4	0.87	0.87	0.87
100Nrd/Hr	FLOW METER	85	85	85
	O ₂ DENSITY	0.069	0.072	0.07
COMPRESSOR AMPERE		194	193	194
DRYER AMPERE		5.1	5.2	5.1
REMARKS :				
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>I/E</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>C/E</p>  </div> </div>				

Lampiran 2. MT. Gas Harmony

