

ANALISA MENURUNNYA KERJA *CARGO HANDLING SYSTEM* PADA PROSES *RELIQUEFACTION* MUATAN GAS AMMONIA (NH₃) DI MT. PUPUK INDONESIA

Amad Narto^a, Henny W. Wardani^b dan Eka Setia Budi^c

^aDosen Program Studi Teknika PIP Semarang

^bDosen Program Studi Nautika PIP Semarang

^cTaruna (NIT.49124596.T) Program Studi Teknika PIP Semarang

*email : ekasetiabudi49@gmail.com

ABSTRAK

Reliquefaction adalah proses pencairan kembali vapour gas yang bertujuan untuk menjaga temperatur dan tekanan di dalam tangki. Pengoperasian sistem ini sebagai upaya yang dilakukan untuk mengatasi kendala-kendala dalam rangka mempertahankan muatan Ammonia tetap pada keadaan cair.

Dalam metode penulisan deskriptif dengan alat *urgency, seriously, growth* diambil penilaian tertinggi dari prioritas dan spesifik masalah serta dari perbandingan tiap masalahnya.

Dari rumusan masalah yang ada penulis menyimpulkan sesuai kondisi yang terjadi di MT Pupuk Indonesia saat melakukan penelitian tentang menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas ammonia faktor-faktor penyebab menurunnya kerja *reliquefaction plant* berdasarkan penilaian tertinggi spesifik masalah diakibatkan oleh kurangnya kompresi kompresor kargo karena ausnya *suction and delivery valve*, kurang maksimalnya pendingin glycol, serta keausan piston dampak yang terjadi adalah proses *reliquefaction* memakan waktu lebih lama dan kondisi tangki tidak terkontrol upaya memaksimalkan kerja compressor adalah pengecekan rutin sesuai jam kerja, serta melakukan perawatan dan perbaikan sesuai *manual book*.

Kata kunci: proses pencairan kembali, metode *urgency, seriously, growth*, kompresor kargo

I. PENDAHULUAN

MT. Pupuk Indonesia adalah kapal gas dengan tipe *semi pressurize*, dimana komponen pendukung berupa alat penanganan muatan memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap kesuksesan dan keselamatan operasi kapal. Hal ini penting dalam memperhatikan kondisi tekanan dan suhu pada tangki karena gas Ammonia dimuat dalam keadaan tekanan udara luar dan pada suhu rendah. Maka tangki harus mampu menahan keadaan tersebut. Suhu yang tinggi pada muatan dapat menaikkan tekanan dalam tangki sehingga melebihi batas tekanan yang telah ditentukan. Tekanan

yang melebihi batas yang telah ditentukan secara otomatis akan keluar melalui *safety valve* menuju ke udara luar dalam bentuk uap muatan. Hal ini dapat membahayakan keselamatan kapal, awak kapal, dan lingkungan sekitar karena gas Ammonia merupakan zat yang berbau, beracun dan tidak berwarna. Dimana untuk mencegah hal tersebut terjadi, kapal ini dilengkapi dengan peralatan penanganan muatan untuk mengontrol kondisi muatan.

Di lapangan, instrumen penanganan muatan ada banyak macamnya antara lain *cargo pump, cargo heater, cargo compressor, cargo condenser* dan lain-lain. Adapun yang akan saya paparkan dalam penelitian ini adalah *reliquefaction plant*

yang berfungsi sebagai sistim penanganan muatan untuk proses *reliquefaction* ammonia, karena alat ini tersedia di kapal dan menjadi tanggung jawab seorang *engineer* di kapal MT. Pupuk Indonesia, telah saya amati instalasi dan sistim penanganan terhadap muatan gas Ammonia (NH_3).

Dengan mencermati latar belakang dan judul yang sudah ada dapat diambil rumusan masalah yang berisi tentang berbagai permasalahan yang berhubungan dengan masalah yang timbul di pembahasan, maka peneliti merumuskan masalah yang meliputi:

1. Faktor apa saja yang mempengaruhi menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas Ammonia?
2. Apa saja dampak menurunnya *cargo handling system* terhadap proses *reliquefaction* gas Ammonia?
3. Upaya apa saja yang dilakukan guna memaksimalkan kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas Ammonia?

Mengacu kepada rumusan masalah penelitian, tujuan yang ingin dicapai dalam melakukan penelitian ini adalah mengetahui penyebab serta dampak kurang optimalnya kerja *cargo handling system* sehingga menyebabkan tidak optimalnya proses *reliquefaction* Ammonia di kapal MT. Pupuk Indonesia dan mengetahui bagaimana cara mengatasi hambatan-hambatan pada instrumen *cargo handling system* yang terjadi pada saat *reliquefaction* Ammonia.

II. LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian analisa

Menurut Dwi Prastowo Darminto dan Rifka Julianty dalam buku Analisis Laporan Keuangan kata analisa diartikan sebagai penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagiannya itu sendiri, serta hubungan antar bagian untuk memperoleh

pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan.

2. *Cargo handling system*

Menurut Jan Babicz (2005: 272) dalam buku yang berjudul *Encyclopedia of Ship Technology* pada sistem penanganan muatan karakteristik yang paling menonjol dari *liquefied gas carriers* dilengkapi dengan instalasi penanganan kargo khusus yang dirancang untuk menjaga produk gas di keadaan cair. Desain dan operasi *liquefied gas carriers* terutama yang diatur dengan *International Gas Carrier Code (IGC Code)*.

3. *Reliquefaction plant*

Menurut *instruction manual book for LPG Reliquefaction plant* yang diterbitkan oleh Biro Klarifikasi Jepang NK (*Nippon Kaiji Kyokai*) pada tahun 1991, "*LPG Reliquefaction plant* yaitu suatu mesin yang difungsikan untuk menjaga tekanan di dalam tangki muatan. Yang mana nilai tekanan yang sesuai dengan suhu tangki yang diminta untuk proses menjaga muatan Ammonia". Secara garis besar komponen penyusun *Reliquefaction plant* terdiri dari *Cargo Compressor, Knock-Out drum, cargo condensor / receiver, Inter cooler, Alarm and Safety Device*.

4. *Cargo compressor*

Fungsi *cargo compressor*

- a. Digunakan untuk mentransfer *vapour* dari tangki kapal ke tangki darat setelah pembongkaran *liquid* selesai. Di kapal-kapal *LPG carrier, vapour* juga termasuk muatan yang memiliki berat selain muatan yang berwujud *liquid* atau cair. Maka sebagian dari *vapour* ini juga biasanya dibongkar ke darat. Dengan *cargo compressor* yang merupakan alat untuk membongkar ke darat.
- b. Digunakan untuk membongkar muatan apabila *cargo pump* mengalami kerusakan. Apabila

pompa muatan mengalami kerusakan maka *cargo compressor* merupakan alternatif untuk membongkar muatan *liquid*. Hal ini dilakukan dengan menghisap *vapour* dari salah satu tangki muatan untuk ditransfer ke tangki yang lain dengan tujuan untuk menaikkan tekanan pada tangki tersebut. Muatan yang ada akan ditekan oleh *vapour* dari atas dan apabila tekanannya lebih tinggi dari tangki darat maka muatan *liquid* akan mengalir dari tangki kapal ke tangki darat.

- c. Digunakan untuk mengendalikan tekanan tangki muatan saat kegiatan bongkar. Indikator pada saat *cargo compressor* berjalan dengan baik mempunyai *pressure* yang stabil yaitu 114 bar dan suhu pada *liquid collector* yang merupakan suhu yang normal yaitu -33°C yang kemudian dikembalikan ke tangki lagi dan akhirnya dibongkar ke kapal yang lain. Ciri-ciri tidak optimalnya *cargo compressor* yaitu karena adanya perubahan indikator *pressure* yang tidak stabil dan *temperature* yang berubah-ubah.

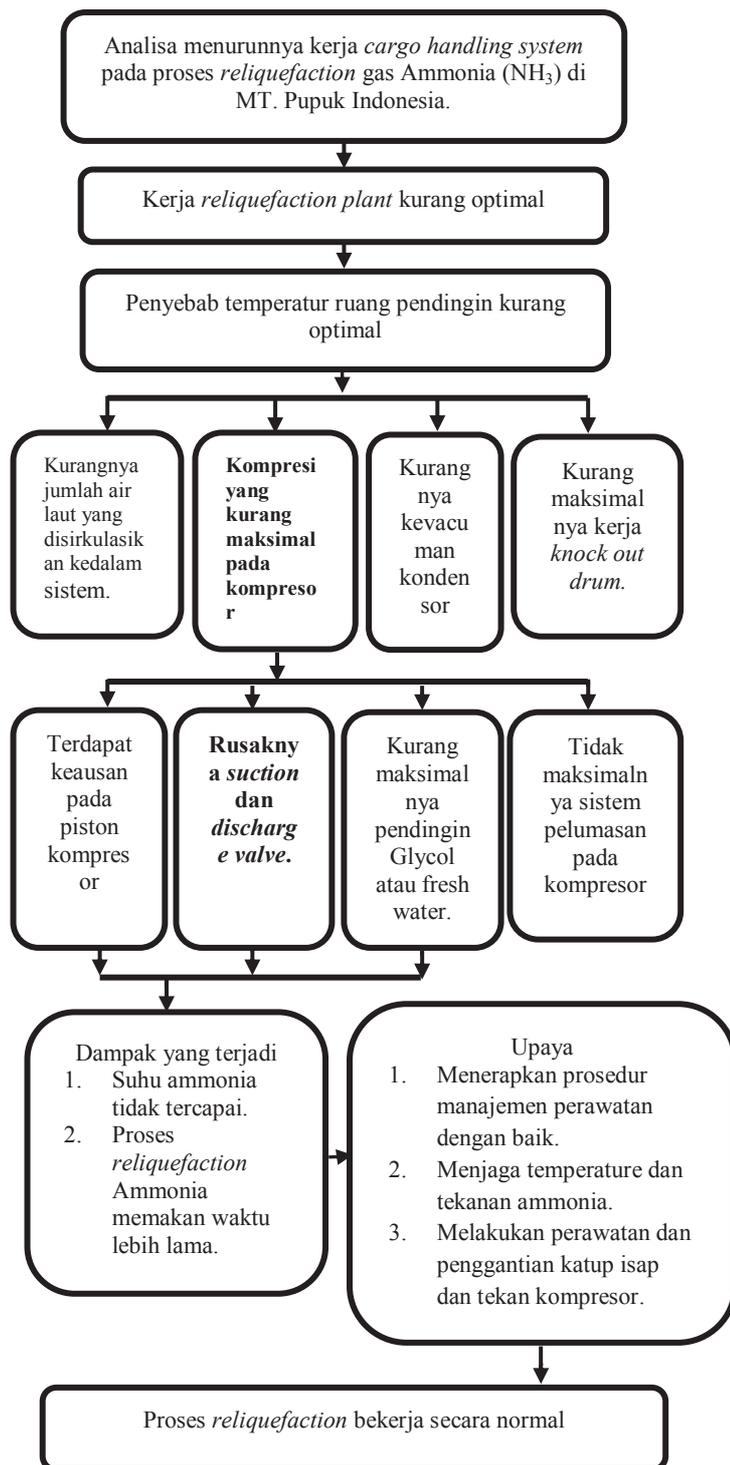
5. Ammonia

Menurut Nielsen dalam buku *Ammonia: Catalysis and manufacture* (1995: 263) Suhu pasokan ammonia diberikan sebagai gas, energi ini bisa dikurangi. Disisi lain, energi ekstra harus digunakan jika produk harus disediakan untuk penyimpanan atmosfer dalam bentuk *liquid* pada suhu -33°C .

Berdasarkan pada buku *Major Hazard Control* (1993: 213) Pada suhu biasa dan tekanan atmosfer, *Ammonia Anhidrat* adalah gas pada tekanan atmosfer dalam bentuk cair dengan suhu -33°C . gas ammonia menyengat dan tidak berwarna biasanya lebih ringan dari udara luar ruangan. Ammonia tidak akan mudah menyerang karbon baja, tapi bereaksi kuat dengan tembaga dan paduan

mengandung tembaga. Ammonia menggabung dengan merkuri untuk membentuk senyawa peledak, sehingga instrumen yang berisi merkuri tidak boleh digunakan jika ammonia bisa terjadi kontak dengan merkuri. Batas mudah terbakar ammonia adalah dari 16-25% volume di udara dengan pengapian suhu 651°C .

B. Kerangka Pikir Penelitian



III. METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian

Dalam melakukan menyusun karya ilmiah tentang *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* di MT. Pupuk Indonesia adalah jenis kapal tanker milik PT. Pupuk Indonesia Logistik yang mempunyai tiga buah unit pesawat *Reliquefaction plant*. Kemudian untuk lebih mengkhususkan lagi pada bagian analisa menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas ammonia, saya bermaksud untuk lebih memudahkan para pembaca agar dapat mengerti dan memahami isi secara jelas dari karya ilmiah ini tentang proses *reliquefaction*.

B. Data yang diperlukan

1. Data primer

Menurut Hariwijaya dan Triton, (2011: 58), “data yang diperoleh dari sumber pertama baik dari individu seperti hasil dari wawancara atau hasil pengisian kuisisioner yang dilakukan oleh penulis dinamakan data primer”. Dalam hal ini penulis memperoleh data primer dengan cara langsung dari hasil wawancara dengan pihak terkait, yang mengetahui tentang permasalahan yang akan penulis angkat. Penulis memperoleh hasil dari wawancara atau berdiskusi tentang menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas ammonia dengan *gas engineer* yang bertanggung jawab terhadap *reliquefaction plant* dan masinis lain yang juga mengerti tentang permasalahan ini di MT. Pupuk Indonesia.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data primer yang telah diolah lebih lanjut dan telah disajikan oleh pihak lain. Data ini diperoleh dari buku-buku yang berkaitan dengan objek penelitian atau yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas, yang diperlukan sebagai

pedoman teoritis dan ketentuan formal dari keadaan nyata dalam observasi. Serta dari informasi lain yang telah disampaikan pada saat pembelajaran di kampus.

C. Metode Pengumpulan Data

Menurut Hariwijaya dan Triton, (2011: 60), “metode pengumpulan data adalah kegiatan mengumpulkan data dalam suatu penelitian yang sangat membutuhkan ketelitian, kecermatan serta penyusunan program yang terinci”. Pengumpulan data dalam penelitian dimaksudkan untuk memperoleh bahan-bahan yang relevan, akurat dan nyata. Karena itu lebih baik mempergunakan suatu pengumpulan data lebih dari satu sehingga dapat saling melengkapi satu sama lain untuk menuju kesempurnaan karya ilmiah. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam karya ilmiah ini yaitu:

1. Studi kepustakaan

Menurut Sukardi dalam bukunya *Metodologi Penelitian Pendidikan* (2003: 33) studi kepustakaan adalah menelusuri dan mencari dasar-dasar acuan yang erat kaitannya dengan masalah penelitian yang hendak dilakukan, dasar-dasar tersebut tidak terbatas dari satu sumber saja tetapi dapat dicari dari berbagai sumber yang kemudian disusun dalam bab tersendiri.

Sumber data dapat dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data dari pembaca, meneliti dan mencatat serta mempelajari buku-buku maupun dokumen-dokumen yang ada diatas kapal maupun studi pustaka yang berhubungan dengan *cargo compressor* yang memiliki kaitan erat dengan tujuan penulisan penelitian, yaitu untuk mengetahui penyebab menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas ammonia di MT. Pupuk Indonesia.

2. Studi lapangan

a. Observasi

Observasi memiliki makna lebih dari sekedar teknik pengumpulan data. Dalam konteks ini, observasi difokuskan sebagai upaya mengumpulkan data dan informasi dari sumber data primer dengan mengoptimalkan pengamatan peneliti. Teknik pengamatan ini juga melibatkan aktivitas mendengar, membaca, mencium, dan menyentuh. Ilmuan pada bidang perilaku (*behavior scientist*) mendefinisikan observasi sebagai pengamatan atas perilaku manusia, atau lingkungan alam, budaya, keyakinan yang memiliki dampak kepada kehidupan manusia. Dalam penelitian ini peneliti melakukan observasi atau pengamatan selama melaksanakan praktek laut di MT. Pupuk Indonesia tentang pengaruh *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas ammonia.

b. Interview atau wawancara

Wawancara dalam pendekatan kualitatif bersifat mendalam. Wawancara dan observasi bisa dilakukan secara bersamaan. Wawancara dapat digunakan untuk menggali lebih dalam dari data yang diperoleh dalam observasi. Dengan demikian tidak ada informasi yang terputus, antara yang dilihat dengan yang didengar serta dicatat. Wawancara mendalam adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi secara langsung dengan mengajukan pertanyaan kepada narasumber (informan atau informan kunci) untuk mendapatkan informasi yang mendalam. Komunikasi antara pewawancara dan yang diwawancarai bersifat intensif dan masuk kepada hal-hal yang bersifat *detail*. Tujuannya untuk memperoleh informasi yang rinci dan memahami

latar belakang sikap dan pandangan narasumber. Dalam penelitian ini peneliti melakukan *interview* untuk mendapatkan jawaban atas pertanyaan yang diajukan kepada *Chief engineer, cargo engineer* dan Perwira Jaga di MT. Pupuk Indonesia.

c. Dokumentasi

Teknik pengumpulan data melalui studi dokumentasi diartikan sebagai upaya untuk memperoleh data dan informasi berupa catatan tertulis/gambar tersimpan berkaitan dengan masalah yang diteliti. Dokumen merupakan fakta dan data tersimpan dalam berbagai bahan yang berbentuk dokumentasi. Sebagian besar data yang tersedia adalah berbentuk surat-surat, peraturan, catatan harian, dan lain sebagainya. Dokumen tidak terbatas pada ruang dan waktu sehingga memberi peluang kepada peneliti untuk mengetahui hal-hal yang pernah terjadi untuk penguat data observasi dan wawancara dalam memeriksa keabsahan data, membuat interpretasi dan penarikan kesimpulan. Dalam hal ini peneliti mengumpulkan data yang berupa foto maupun gambar yang didapat pada waktu melakukan penelitian di atas kapal.

D. Teknik Analisis Data

Metode pendekatan yang digunakan dalam penulisan penelitian ini adalah bersifat kualitatif dengan menggunakan teknik analisis *Urgency, Seriousness, Growth* (USG). USG adalah salah satu alat untuk menyusun urutan prioritas isu yang harus diselesaikan. Caranya dengan menentukan tingkat kegawatan, keseriusan, dan perkembangan isu dengan membandingkan tiap-tiap permasalahannya. Untuk lebih jelasnya, pengertian *urgency, seriousness, dan growth* dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Urgency

Seberapa mendesak isu tersebut harus dibahas dikaitkan dengan waktu yang tersedia serta seberapa keras tekanan waktu tersebut untuk memecahkan masalah yang menyebabkan isu tadi.

2. *Seriously*

Seberapa serius isu tersebut perlu dibahas dikaitkan dengan akibat yang timbul dengan penundaan pemecahan masalah yang menimbulkan isu tersebut atau akibat yang menimbulkan masalah-masalah lain, kalau masalah penyebab isu tidak dipecahkan. Perlu dimengerti bahwa dalam keadaan yang sama, suatu masalah yang dapat menimbulkan masalah lain adalah lebih serius bila dibandingkan dengan suatu masalah lain yang berdiri sendiri.

3. *Growth*

Seberapa kemungkinan-kemungkinannya isu tersebut menjadi berkembang dikaitkan kemungkinan masalah penyebab isu akan makin memburuk. Apabila tidak diatasi akan menimbulkan masalah yang baru dalam jangka panjang.

Pembahasan dengan menggunakan matriks USG pada karya ilmiah yang berjudul "Analisa menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas ammonia (NH₃) di MT. Pupuk Indonesia", maka dapat dijelaskan langkah-langkah penentuan prioritas penyebab terjadinya masalah sebagai berikut:

Tabel 1 : Pemilihan masalah pokok prioritas

No	Perbandingan	Hasil Perbandingan			Nilai USG			Hasil	Prioritas
		U	S	G	U	S	G		
1	A-B	B	B	B	0	0	2	2	IV
	A-C	C	C	A					
	A-D	D	D	D					
2	B-A	B	B	B	6	6	4	16	I
	B-C	B	B	C					
	B-D	B	B	B					
3	C-A	C	C	A	4	4	2	10	II
	C-B	B	B	C					
	C-D	C	C	D					
4	D-A	D	D	D	2	2	4	8	III
	D-B	B	B	B					
	D-C	C	C	D					

Keterangan :

A = Kurangnya jumlah air laut yang disirkulasikan kedalam sistem

B = **Kompresi yang kurang maksimal pada kompresor**

C = Kurangnya kevacuman kondensor.

D = Kurang maksimal nya kerja *knock out drum*.

Dari perbandingan di atas didapatkan data nilai perbandingan pada pokok masalah sebagai berikut:

- Poin A : 4
- Poin B : 18
- Poin C : 8
- Poin D : 6

Dari matriks di atas, peneliti mengambil kesimpulan bahwa, dilihat dari hasil nilai perbandingan, masalah menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas ammonia yaitu disebabkan oleh masalah prioritas utama yaitu kompresi yang kurang maksimal pada kompresor.

Tabel 2 : Pemilihan masalah spesifik prioritas

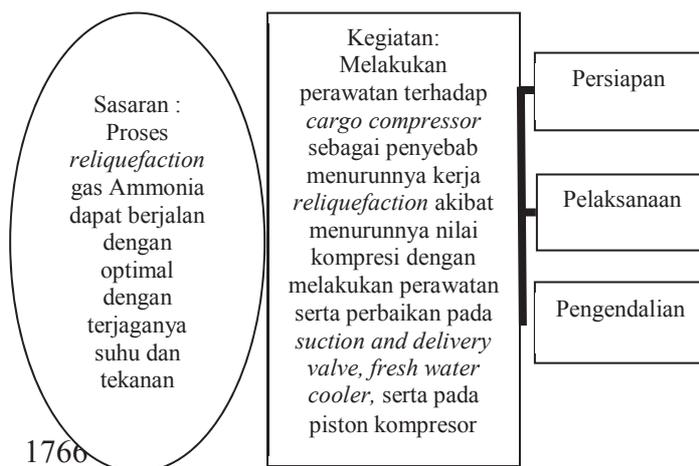
No	Perbandingan	Hasil Perbandingan			Nilai USG			Hasil	Prioritas
		U	S	G	U	S	G		
1	A-B	B	B	B	2	2	0	4	IV
	A-C	A	C	C					
	A-D	D	A	D					
2	B-A	B	B	B	6	6	6	18	I
	B-C	B	B	B					
	B-D	B	B	B					
3	C-A	A	C	C	2	4	2	8	II
	C-B	B	B	B					
	C-D	C	C	D					
4	D-A	D	A	D	2	0	4	6	III
	D-B	B	B	B					
	D-C	C	C	D					

Keterangan :

- A : Tidak maksimalnya sistem pelumasan pada kompresor.
- B : Rusaknya *suction* dan *delivery valve*.
- C : Kurang maksimalnya pendingin *Glycol* atau *fresh water*.
- D : Terdapat keausan pada piston *compressor*.

Dari data spesifik masalah di atas dapat diketahui masalah utama penyebab kompresi yang kurang maksimal pada kompresor yaitu berdasarkan nilai tertinggi berturut-turut:

1. Rusaknya *suction* dan *delivery valve*.
2. Kurang maksimalnya pendingin *glycol* atau *fresh water*.
3. Terdapat keausan pada piston *compressor*.



IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Obyek Yang Diteliti

1. Obyek penelitian

MT. Pupuk Indonesia adalah sebuah kapal jenis *semi pressuraized* milik PT. Pupuk Indonesia Logistik yang mengangkut muatan Ammonia (NH₃). Muatan *loading* di PKT Bontang dan dibongkar di jetty ammonia PT. Petrokimia Gresik. MT. Pupuk Indonesia memiliki *Call sign* YBBU2, memiliki *Deadweight* (DWT) Summer 23.256 MT. GRT (*Gross Tonage*) 18.360 MT. Ukuran-ukuran pokok kapal diantaranya, panjang kapal 159.98 m dan lebar kapal 25.60 m serta memiliki *depth moulded to main deck* (jarak vertikal dari lunas sampai dek utama) 16.40 m. Peralatan *cargo handling system* untuk proses *reliequfaction* yang dimiliki adalah 3 set yaitu yang terdiri dari *cargo compressor*, *cargo condensor*, dan *intercooler, suction separator*.

2. Fakta kondisi

Dalam keadaan *real* di kapal, ternyata tidak sesuai seperti yang diharapkan. Dalam keadaan normal temperatur yang ada di tangki yaitu -33° C dan tekanan *vapour* pada tangki normal yaitu 0,1 bar. Akan tetapi pada kondisi kapal berlayar *full away* saat *cargo engineer* melakukan pengecekan ke tiap-tiap tangki muatan temperatur dan tekanan *vapour* ammonia mengalami perubahan. Temperatur ammonia menjadi -31° C sedangkan *pressure vapour* meningkat menjadi 0.24 bar. Kenaikan tekanan *vapour* ammonia berbanding lurus dengan kenaikan temperatur ammonia, bila terjadi kenaikan *pressure vapour* atau gas ammonia maka temperatur Ammonia di dalam tangki pun akan meningkat, begitu pula sebaliknya. Kenaikan *pressure* gas ammonia yang mempengaruhi kenaikan temperatur

ammonia mengakibatkan mudahnya gas ammonia tersebut terbentuk menjadi *vapour* karena telah melewati titik didihnya yaitu pada -33° C. Dengan terjadinya kenaikan tekanan *vapour* tersebut maka sebagai seorang *cargo engineer* harus melakukan kegiatan *reliequfaction* terhadap muatan gas ammonia di dalam tangki. Menurut *cargo engineer*, dalam keadaan normal proses *reliequfaction* yang dilakukan untuk menurunkan kembali tekanan dan temperatur muatan ammonia hanya membutuhkan waktu kurang lebih 8 jam. Namun, pada tanggal 22 Maret 2016 proses *reliequfaction* tersebut memakan waktu lebih lama hingga 12 jam. Atas permasalahan yang terjadi di MT. Pupuk Indonesia tersebut, pihak pelabuhan mengirimkan *letter of protest* sebagai tanda bahwa bongkar pada tanggal 24 Maret 2016 mengalami masalah karena kurang rendahnya temperatur dan menyebabkan kerugian bagi pihak darat.

B. Analisa hasil penelitian

1. Faktor apa saja yang mempengaruhi menurunnya kerja *reliequfaction plant*?

Adapun faktor-faktor penyebab menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliequfaction* gas ammonia sebagai berikut:

Dari hasil observasi diketahui bahwa masalah-masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah penyebab menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliequfaction* ammonia. Berdasarkan wawancara dengan *cargo engineer*. Adapun sistem kerja dari *reliequfaction* di MT. Pupuk Indonesia yaitu *vapour* dari seluruh tangki diisap menuju ke kompresor. Sebelum menuju ke dalam kompresor *vapour* tersebut melewati *suction separator* di mana pesawat tersebut berfungsi seperti *oil water separator* yang memisahkan gas Ammonia dari minyak dan *liquid*. Setelah melewati *suction separator*, *vapour* menuju ke kompresor, di mana dalam

kompresor yang terdapat di kapal MT. Pupuk Indonesia merupakan kompresor 3 tingkat tekanan. Dalam isap tingkat pertama *pressure vapour* sama seperti tekanan pada tangki. Pada *delivery* tingkat pertama dengan tekanan 4 bar menuju ke *intercooler*. Setelah keluar dari *intercooler* kemudian diisap kembali oleh kompresor tingkat kedua sedangkan keluaran dari kompresor tingkat kedua langsung diisap kembali oleh kompresor tingkat ketiga keluaran kompresor tingkat ketiga ini langsung menuju *condenser*, sementara keluaran kondensor langsung ke tangki.

Melihat dari fakta-fakta dan data-data yang ditemukan, peneliti akan membandingkan fakta-fakta yang terjadi dengan teori-teori yang didapat oleh peneliti dalam Bab Landasan Teori. Analisa data yang akan peneliti gunakan adalah dengan metode deskriptif kualitatif, dan dalam memprioritaskan suatu masalah peneliti menggunakan metode USG (*Urgency, Seriousness, Growth*). Dari kejadian tersebut peneliti menemukan dan menyimpulkan prioritas masalah sebagai berikut:

- a) Kurangnya jumlah air laut yang disirkulasikan ke dalam sistem.
- b) Kompresi yang kurang maksimal pada kompresor.
- c) Kurangnya kevacuman kondensor.
- d) Kurang maksimal nya kerja *suction separator*.

Setelah diketahui penyebab dari permasalahan yang terjadi dengan berdasarkan pada deskripsi dari contoh kasus yang pernah dialami, maka pada pembahasan selanjutnya akan dilakukan analisa terhadap permasalahan yang telah digambarkan pada kronologi kejadian di atas untuk menentukan spesifik masalah pemecahan dari masalah di atas dengan melakukan peninjauan dengan melakukan perbandingan antara teori yang ada serta teknik-teknik yang tepat dalam pencegahan menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliequfaction* gas ammonia. Analisa data

yang akan peneliti gunakan adalah metode USG (*Urgency, Seriousness, Growth*) untuk mengetahui prioritas suatu kejadian yang digambarkan pada kasus di atas.

Dari penilaian tersebut penulis melakukan analisa spesifik masalah yang lebih rinci dari sebab-sebab terjadinya masalah menurunnya kerja *reliquefaction* yang diakibatkan oleh kompresor.

Adapun pemilihan masalah spesifik prioritas sebagai berikut:

- a) Terdapat keausan pada piston *compressor*.
- b) Rusaknya *suction* dan *delivery valve*.
- c) Kurang maksimalnya pendingin *Glycol* atau *fresh water*.
- d) Tidak maksimalnya sistem pelumasan pada kompresor

Dari matriks di atas, peneliti dapat mengambil kesimpulan 3 (tiga) masalah dari nilai tertinggi yang terdapat dalam Tabel 2 yaitu, rusaknya *suction* dan *delivery valve* dan kurang maksimalnya pendingin *Glycol* atau *fresh water* serta terjadi keausan pada piston kompresor. Masalah tersebut yang menyebabkan menurunnya kerja *cargo handling system* sehingga proses *reliquefaction* berjalan lebih lama.

a) Rusaknya *Suction and delivery valve*

Fakta yang ditemukan oleh peneliti saat mengikuti pengecekan serta perbaikan, peneliti menemukan bahwa terdapat komponen yang ada pada *cargo compressor* mengalami kerusakan, hal tersebut ditemukan karena menurunnya kualitas kerja dari *cargo compressor* tersebut, dimana proses kerja *reliquefaction* memakan waktu lebih lama. Pada saat dijalankan dan level tekanan *suction* dan *delivery* turun. Hal ini membuktikan bahwa kurangnya kompresi pada kompresor. Sesuai dengan dokumentasi yang penulis dapatkan. Maka pada saat pembongkaran langkah tepat yang pertama kali dilakukan ialah mengecek katup isap dan tekan pada kompresor. Pengecekan serta perawatan berkala

pada *cargo compressor*. Pengecekan dilakukan terhadap katup isap dan buang dikarenakan bagian ini termasuk bagian yang termudah untuk dianalisa jika terjadi permasalahan terhadap turunnya kompresi dari kompresor. Selain itu efisiensi kerja juga harus diutamakan pada setiap perbaikan ataupun perawatan. Pada saat melakukan pengecekan terhadap katup isap dan tekan terdapat komponen yang aus dan patah pada *spring* katup tersebut.



Gambar 1 : Patahnya *spring valve* *compressor*

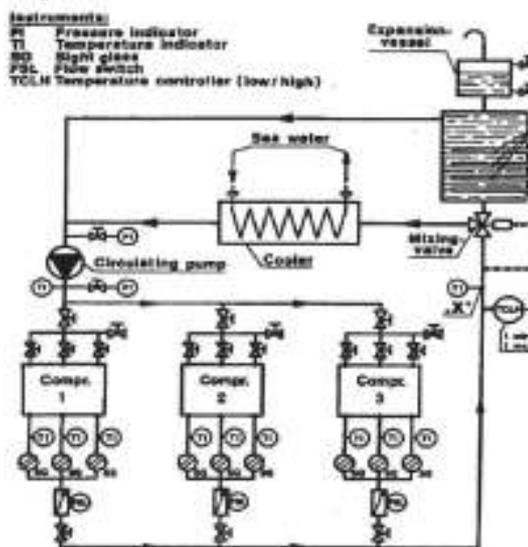
b) Kurang maksimalnya pendingin *Glycol* atau *fresh water*.

Fakta kedua penyebab tidak optimalnya *cargo compressor*, adalah kurang maksimalnya pendingin *Glycol* atau *fresh water* sehingga proses pemindahan panas dari *fresh water* ke air laut mengalami hambatan. Hal ini mengakibatkan pendinginan tertutup ini tidak bekerja optimal. Air laut disirkulasikan oleh *cargo cooling pump*. Ketika air laut yang masuk ke *cooler* terhambat oleh kotoran-kotoran yang ada didalamnya, yang nantinya akan mengurangi kerja *cooler* tersebut. Berikut gambar dari *glycol/fresh water cooler* di MT. Pupuk Indonesia:



Gambar 2 : Gambar glycol / fresh water cooler

Menurut *cargo engineer*, munculnya dari permasalahan yang diakibatkan oleh *cooler* ini karena terlalu jarang seorang masinis atau *crew* kapal yang melakukan pembersihan pada kisi-kisinya. Nyatanya ketika *cooler* kotor mengakibatkan temperatur kompresor naik atau berlebih dan akan muncul berbagai masalah baik pada tiap-tiap komponennya maupun hasil dari setiap proses yang terjadi di dalam kompresor.



Gambar 3 : Urutan kerja cooler glycol/fresh water

Kerja pendingin *glycol* saat digunakan dalam mengurangi panas dalam kompresor:

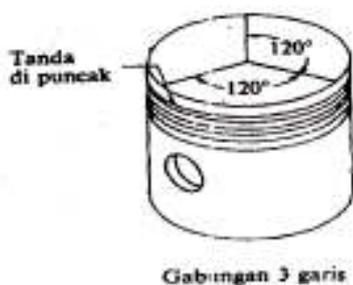
- 1) Sebelum mengoperasikan kompresor jalankan pompa glikol selama sekitar 2 jam, agar beredar glikol hangat melalui kompresor.

Kompresor tidak boleh dimulai sampai suhunya mencapai 35°C .

- 2) Suhu keluar pendingin antara $35^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$.
 - 3) Perbedaan suhu antara *inlet* dan *outlet* dari kompresor tetap dalam 5°C .
 - 4) Pendingin *glycol* untuk mendinginkan *cylinder*, *valve* serta *block cargo compressor*.
 - 5) Tekanan kerja pendingin *glycol/fresh water* 8 bar .
- c) Terdapat keausan pada piston kompresor

Akibat kurangnya perawatan dari kompresor akan mengakibatkan keausan pada *ring piston*, hal ini diakibatkan karena kemungkinan kondisi minyak pelumas kompresor tidak diperhatikan. Keausan ring piston juga dapat disebabkan karena masa jam kerja (*running hours*) dari *ring piston* sudah habis atau harus sudah dilakukan penggantian. Ring piston yang didapati aus, mengakibatkan suhu dan tekanan akhir kompresi relatif rendah karena kurangnya kevakuman atau terdapatnya kebocoran kompresi. Ring piston yang aus disebabkan karena gesekan antara ring piston dengan dinding silinder sehingga daya isapan pada piston tidak maksimal. Selain masalah awal rusaknya ring piston, masalah yang terjadi dalam piston yaitu rusaknya badan piston itu sendiri. Badan piston yang aus dapat disebabkan dari beberapa hal antara lain pelumasan yang kurang maksimal serta adanya kemiringan pada poros engkol. Hal ini dapat menjadikan bagian piston aus. Selain itu, patahnya ring piston juga mengakibatkan dinding piston aus karena menjadikan piston dan dinding silinder liner tergesek akibat dari kotoran yang disebabkan oleh patahan ring piston tersebut. Gesekan dengan dampak yang ada terjadi akibat adanya sisa dari patahan ring piston yang tidak dengan cepat dianalisa oleh *engineer* apabila

ada kejanggalan pada *cargo compressor*.



Gambar 4 : Cincin torak



Gambar 5 : Piston *compressor* aus

2. Apa saja dampak dari menurunnya *cargo handling system* terhadap proses *reliquefaction* gas ammonia?

Dari penyebab menurunnya *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas ammonia berdasarkan dua nilai tertinggi yang diambil dengan Matriks USG pada prioritas masalah yaitu kompresi yang kurang maksimal pada kompresor serta kurangnya kevacuman kondensor.

Untuk menjaga tangki, diijinkan untuk menjalankan kompresor dengan tekanan isap 0.3 bar dengan kevacuman 70%. Titik penyetelan tekanan kerja dari tiap-tiap tingkat sesuai *manual book* yaitu dengan tekanan minimal 0.9 bar serta tekanan maksimal 4.0 bar. Untuk tekanan isap pada tingkat satu sesuai dengan tekanan *vapour* didalam tangki. Pada proses *reliquefaction* line *vapour* akan

terbuka keseluruhan dan proses *reliquefaction* akan dilakukan bersama dari seluruh tangki. Pada *delivery* tingkat pertama tekanan yang ada yaitu 3 bar. Keluaran dari tingkat pertama ini menuju ke *intercooler*. Dari *intercooler* ini langsung masuk ke *suction* tingkat 2 sedangkan keluaran tingkat 2 sebesar 2.1 bar langsung disambut oleh isap tingkat 3. Keluaran dari tingkat ketiga inilah menghasilkan tekanan 12 bar.

Ketika kompresi dalam kompresor menurun, dapat mempengaruhi proses *reliquefaction* ammonia secara langsung. Rendahnya nilai hasil kompresi dari kompresor mengakibatkan gas yang ditekan menuju ke kondensor memiliki tekanan yang kurang. Menurut *manual book*, kerusakan *valve* biasanya tampak oleh perubahan mendadak dalam kinerja kompresor, mengurangi kuantitas pengiriman, kenaikan yang cukup besar dalam suhu pengiriman serta mengubah tekanan *interstage* pada tingkat 2 dan 3. Hal ini mengakibatkan perubahan gas menjadi *liquid* memakan waktu lebih lama akibat tingginya temperatur ammonia. Waktu kerja proses *reliquefaction* yang semula 8 jam menjadi 12 jam. Dalam keadaan tidak normal seperti ini, tekanan dan temperatur dari gas ammonia susah untuk dijaga. Pada tanggal 23 Maret 2016 tekanan dan temperatur ammonia di kapal MT. Pupuk Indonesia tidak dapat dijaga hingga kapal sandar. Akibatnya proses *discharging* gas ammonia terpaksa dilakukan dengan temperatur rata-rata -31.4°C . Hal ini membuat pihak pelabuhan mengirimkan surat permintaan demi kelancaran operasional dan keselamatan operasi. Pihak darat meminta temperatur dari Ammonia yang dibongkar ke darat sebesar -33°C . Dikarenakan proses bongkar harus tetap dijalankan, pada kejadian seperti ini terpaksa bersamaan dengan proses pembongkaran ammonia, proses *reliquefaction* tetap dijalankan.

Dari kejadian di atas, ditemukan dan dapat ditarik kesimpulan atas dampak

yang disebabkan akibat menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas ammonia yaitu:

- a. Suhu ammonia tidak terjaga.

Prinsip utama proses *reliquefaction* gas ammonia ialah menjaga temperatur dan tekanan muatan di kapal. Temperatur gas yang diterima saat loading harus dijaga sedemikian rupa agar dapat dibongkar sesuai dengan permintaan pelabuhan bongkar. Ketika kurang maksimalnya kerja sistem penanganan muatan ammonia, tentunya terjadi masalah dalam menjaga suhunya. Selain sebagai dampak, suhu yang tidak terjaga juga dapat menimbulkan dampak lain seperti terjadinya tekanan berlebih pada tangki dan tangki.

- b. Proses *reliquefaction* ammonia memakan waktu lebih lama.

Reliquefaction memakan waktu lebih lama menjadi dampak pertama yang terjadi akibat menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction*. Hal ini karena pada setiap proses yang ada, kerja *reliquefaction plant* menjadi tidak efektif.

3. Upaya apa saja yang dilakukan guna memaksimalkan kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction*.

Dari prioritas masalah yang ada yaitu kompresi yang kurang maksimal pada kompresor upaya yang dilakukan pada spesifik masalah yang ada yaitu:

- a. Dilakukan perbaikan *suction* dan *delivery valve*.

Jika terjadi kerusakan pada *suction* dan *delivery valve* yang mengakibatkan turunnya kompresi pada kompresor langkah awal yang dilakukan ialah dengan cara melakukan pengecekan terhadap katup tersebut. Katup-katup dapat dibuka setelah penutup telah dibuka. Sesuai dengan *manual book*, *valve* harus diperiksa setiap 4000 jam

dalam kondisi normal. Jika kompresor terjadi masalah atau berjalan dengan tidak teratur katup harus diperiksa lebih cepat dari ketentuan yang diberikan pada *manual book*. Pada saat pembongkaran dilakukan katup harus dibongkar dan dibersihkan. Pengecekan terhadap kualitas serta kondisi bagian-bagiannya. Bagian yang rusak seperti *disc* katup serta *spring*. Langkah awal yang dapat dilakukan jika terdapat keausan pada damper *disc* katup lakukan penyekiran atau *lapping*. Hal ini, dapat meratakan permukaan *disc*, namun ketika ada kerusakan yang parah lakukan penggantian *dumper disc* tersebut seperti pada *spring* yang harus dilakukan pergantian bila terjadi kerusakan.

Dari penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan tentang upaya yang dilakukan untuk mengatasi rusaknya *suction* dan *delivery valve* dalam masalah ini sebagai *cargo engineer* yaitu:

- 1) Melakukan perawatan dan pengecekan berkala dengan selalu mengecek *suction and delivery valve compressor*.
- 2) Segera melaksanakan perbaikan jika terjadi kendala pada alat penanganan muatan agar ketika digunakan dapat berjalan lancar.

Selain upaya-upaya di atas, tindakan *preventif* harus dilakukan dalam mengupayakan maksimalnya kerja *cargo handling system* dalam hal ini terhadap *suction* dan *delivery valve*. Berdasarkan *instruction manual book* terhadap *maintenance schedule* inspeksi yang dilakukan terhadap *suct/delivery valve* setiap 4000 jam.

- b. Memaksimalkan pendingin *Glycol* atau *fresh water*.

Berdasarkan *manual book* di atas kapal, Penambahan pendingin di

ruang pendingin mengurangi transmisi panas ke air pendingin, menyebabkan akumulasi panas pada titik-titik tertentu. Oleh karena itu, ruang-ruang air pendingin harus diperiksa dan dilakukan perawatan pada interval yang tepat sesuai dengan kualitas air yang digunakan. Peningkatan deposito dalam pendinginan dapat dilihat dari keluaran secara bertahap, seperti ketika meningkat sementara pada saat yang sama maka keuntungan panas dari air pendingin berkurang. Setelah melakukan pembersihan dari sistem pendingin air tawar ini lakukan *pressure test*. Ruangan pendingin ini dirancang untuk tekanan kerja 8 bar.

Berikut cara mengatasi kurang maksimalnya pendingin *fresh water*, yaitu:

- 1) Membukanya dan membersihkan kotoran serta lumpur yang menempel.
- 2) Membersihkannya secara berkala atau terjadwal sesuai PMS.
- 3) Disiplin dalam melakukan pembersihan kotoran minimal 6 bulan sekali agar kegiatan *reliquefaction* lancar saat dijalankannya *cargo compressor*.

c. Dilakukan perbaikan pada piston *compressor*.

Terjadinya keausan pada piston *compressor* mengakibatkan kompresi dalam kompresor menurun. Tentunya, proses *reliquefaction* akan memakan waktu lebih lama. Upaya yang dilakukan terhadap piston guna memaksimalkan proses *reliquefaction* yaitu dengan:

- 1) Memeriksa *clearance* antara piston dan silinder.
- 2) Cek baut piston.
- 3) Cek pelumasan terhadap piston.

Dalam melakukan upaya-upaya di atas, berdasar dengan *instruction manual book* dilakukan pengecekan

setiap 8000 jam.

Secara garis besar ketika menemui permasalahan tersebut di atas kapal berdasarkan pengalaman peneliti selama melaksanakan proses *reliquefaction* di kapal MT. Pupuk Indonesia ditemukan permasalahan bahwa pada saat proses *reliquefaction*, *cargo compressor* tidak dapat mengkompresi gas ammonia dengan baik akibat muatan yang menjadi *vapour* tidak dapat dikompresikan dengan baik dan menyebabkan proses tersebut berjalan lebih lama. Untuk mencegah serta mengatasi jika kejadian seperti ini terulang kembali, prosedur yang dijalankan *cargo engineer* yaitu:

- 1) Menerapkan prosedur manajemen perawatan dengan baik sesuai *manual book*.
- 2) Menjalankan *cargo compressor* secara kontinu hingga proses bongkar muat selesai. Hal ini dilakukan guna menjaga temperatur dan tekanan ammonia di dalam tangki.

Melakukan perbaikan secepatnya jika proses *reliquefaction* dapat dihentikan untuk sementara waktu dengan kondisi keadaan tangki yang mendukung yaitu ketika temperatur serta tekanan dalam keadaan normal. Dalam hal ini berdasarkan prioritas dan spesifik masalah yang ada dilakukan perawatan dan penggantian *suction* dan *delivery valve* kompresor.

C. Pembahasan Masalah

Sesuai dengan penilaian spesifik masalah. Faktor-faktor penyebab kompresi yang kurang maksimal dari *cargo compressor* penilaian tertinggi terdapat pada 3 (tiga) faktor. Adapun pembahasan masalah yang dijelaskan berdasarkan penilaian di atas sebagai berikut:

1. Rusaknya *suction and delivery valve*

Ketika menurunnya kondisi tekanan kompresi pada tiap tingkatnya, pengecekan terhadap *suction* and *delivery valve* yang sudah tidak baik harus segera dilakukan. Pada dasarnya perawatan yang baik terhadap komponen *compressor* dilakukan secara struktur dan berpedoman pada *instruction manual book*. Namun ketika kondisi permesinan terjadi masalah, pengecekan rusaknya katup *suction* and *delivery* harus dibongkar untuk dilakukan pengecekan secara *incidental*.

2. Kurang maksimalnya *fresh water cooler*

Di MT. Pupuk Indonesia sistem pendinginannya menggunakan *fresh water*, temperatur keluaran pendingin tersebut 35-45°C. Suhu pendingin ini sangat mempengaruhi temperatur dalam ruang kompresi, apabila temperatur pendingin meningkat namun kondisi dalam kompresor normal fakta yang ada saat terjadinya kejadian tersebut yaitu *cooler* dalam keadaan kotor. *Cooler* pada *cargo compressor* memindahkan panas menggunakan air laut. Pada sisi air laut tersebut kondisi *plate* memungkinkan terdapat banyak kerak dan kotoran. Hal ini tentu menghambat kerja *cooler* sebagai pemindah panas karena volume air laut tidak dapat masuk maksimal kedalam alirannya karena tersumbat kotoran tersebut. Dampak yang terjadi akibat tidak maksimalnya pendingin ini akan terjadi panas yang berlebih pada ruang kompresi. Hal ini mengakibatkan proses *reliquefaction* menjadi lebih lama karena suhu ruang kompresi tidak terkontrol.

3. Ausnya piston kompresor.

Akibat kurangnya perawatan dari kompresor akan mengakibatkan keausan pada ring piston kemudian dapat memakan badan piston, hal ini diakibatkan karena kemungkinan kondisi minyak lumas kompresor tidak diperhatikan. Keausan piston juga

dapat disebabkan karena masa jam kerja (*running hours*) dari ring piston sudah habis atau harus sudah dilakukan penggantian dan dibiarkan secara terus-menerus hingga memakan dinding piston. Piston ring yang didapati aus, mengakibatkan suhu dan tekanan akhir kompresi relatif rendah karena kurangnya kevakuman. Piston yang aus disebabkan karena gesekan antara ring piston secara terus menerus dengan dinding silinder hingga habis hingga memakan dinding piston akibatnya daya kompresi pada piston tidak maksimal karena gas yang dikompresikan lolos melewati celah yang diakibatkan oleh ausnya piston dan ring piston. Perawatan yang dilakukan pada bagian-bagian yang penting dari piston kompresor bila terjadi keausan harus diadakan penggantian pada ring piston.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari uraian yang telah dikemukakan pada bab pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Faktor-faktor penyebab terjadinya menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* yaitu disebabkan oleh kompresi yang kurang maksimal dari kompresor dikarenakan oleh rusaknya *suction* dan *discharge valve*, kurang maksimalnya pendingin *fresh water* serta terjadinya keausan pada piston.
2. Dampak yang terjadi akibat menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction* gas ammonia yang diakibatkan oleh kompresor tidak dapat mengkompresikan ammonia dengan baik adalah mengakibatkan proses *reliquefaction* memakan waktu lebih lama serta suhu ammonia tidak tercapai.

3. Upaya yang dilakukan untuk memaksimalkan kerja pada proses *reliquefaction* ialah menerapkan prosedur manajemen perawatan yang baik sesuai *manual book*, selalu menjaga temperatur dan tekanan ammonia, serta melakukan perawatan dan pergantian pada katup isap dan tekan kompresor.

B. Saran

Dari kesimpulan yang telah dipaparkan di atas maka penulis memberikan saran yang berhubungan dengan menurunnya kerja *cargo handling system* pada proses *reliquefaction ammonia* yaitu:

1. Kepada *Cargo engineer* lakukan perawatan serta perbaikan pada *suction and delivery valve*. Lapping bagian *disc* yang terdapat luka atau keausan bila masih wajar dan bila terdapat kerusakan lakukan penggantian *disc* serta *spring* yang patah.
2. Kepada *Cargo engineer* lakukan pengecekan dan pembersihan *cooler* secara teratur sesuai dengan *instruction manual book* agar pendingin kompresor dapat bekerja maksimal.
3. Kepada *Cargo engineer* harap dilakuk
4. an pengecekan serta perbaikan terhadap piston kompresor secara berkala sesuai dengan *manual book* yaitu meliputi pengecekan *clearance* piston, kondisi baut pengunci piston dan pelumasannya.

Hariwijaya, Moh dan Triton P.B. 2007. *Teknik Penulisan Skripsi dan Tesis*. Yogyakarta: Oryza

Jogiyanto. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi offset

McGuire, dan White. 2000. *Liquified Gas Handling Principles On Ship and In Terminal*. London : Witherby & Co Ltd

Nielsen. 1995. *Ammonia: Catalysis and manufacture*. Berlin: Springer Science & Business Media

Sugiono. 2009. *Metode penelitian kuantitatif dan kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta

Sukardi. 2003. *Metodelogi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara

Sulzer Burckhardt Type 3K140-3A. 1992. *Instruction manual book The Sulzer Labyrinth Piston Compressor*, Ulsan, S-Korea

DAFTAR PUSTAKA

Babicz, Jan. 2015. *Encyclopedia of Ship Technolog*. Helsinki: Wartsila

Badan Diklat Perhubungan. 2000. *Gas Tanker Familiarization*. Jakarta: Badan Diklat Perhubungan