



## Upaya Meningkatkan Kinerja Sistem Pendingin Guna Menjaga Stabilitas Proses Pencairan Gas Ethane Di Kapal LPG/E/C Coral Pavona

Capt. Suhartini, Frans Kalangies, Fauziah Guslim  
Prodi Nautika

Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta  
Jl. Marunda Makmur No. 1 Cilincing, Jakarta Utara. Jakarta 14150

disubmit pada :28/6/20 direvisi pada : 12/9/20 diterima pada :28/9/20

### Abstrak

Saat melakukan praktik laut, peneliti menemukan adanya masalah saat kapal akan melakukan proses pendinginan muatan di kapal LPG, bahwa sebelum memulai kegiatan bongkar muatan harus terlebih dahulu melaksanakan Pendinginan Muatan. Pendinginan muatan sendiri merupakan proses yang dilakukan untuk menjaga kuantitas muatan yang di bawa agar sesuai dengan bill of lading dengan yang tertera. Namun yang terjadi di atas kapal proses pendinginan muatan tidak dilakukan sesuai prosedur. Hal ini mengakibatkan keterlambatan pada proses bongkar muat. Kemudian ketika proses pendinginan, prosedur pendinginan tidak sesuai dengan apa yang di tetapkan. Sehingga proses bongkar muatan terlambat. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian kepada berbagai pihak. Skripsi ini dibuat untuk mencegah ketidaksesuaian temperatur muatan dengan ketentuan yang diberikan pihak charterer. Peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif dengan metode pengumpulan data observasi dan wawancara. Untuk mencegah terjadinya ketidaksesuaian temperatur muatan dengan ketentuan yang diberikan, kapal harus selalu melakukan pengoperasian yang tepat dan sesuai dengan prosedur yang benar sehingga kerusakan dan permasalahan dapat di cegah sebelum terjadi.

Copyright © 2020, METEOR STIP MARUNDA, ISSN : 1979-4746

Kata Kunci : System Pendinginani, Cooling, Ethylene, Crew, Prosedur

Permalink/DOI : <https://doi.org/10.36101/msm.v13i1.140>

### 1. PENDAHULUAN

Permintaan pasar global yang mengharapakan produk yang berkualitas dan kompetitif menuntut proses pengantaran produk dengan baik, untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka diperlukan sarana transportasi yang selalu berkembang mengikuti setiap dinamika pasar global yang terjadi. Tingginya permintaan terhadap bahan baku industri berupa gas yang dicairkan menuntut transportasi bahan baku tersebut untuk berjalan dengan cepat, efisien dan aman. Salah satu perusahaan pelayaran ternama di Eropa yang bergerak pada bidang pengantaran produk serta pengapalan gas yang dicairkan tersebut adalah perusahaan Anthony Veder. Salah satu armada perusahaan tersebut adalah LPG/E/C Coral Pavona yang merupakan kapal Gas Carrier yang berlayar

dari negara Norwegia menuju ke negara Italia. Kapal ini biasanya membawa muatan Liquefied Petroleum Gas (LPG) yang merupakan ethylene, propane, butane dan mixture dari propane dan butane. Gas-gas yang dicairkan tersebut memerlukan suhu yang sangat rendah terutama untuk gas ethylene (ethane) yang merupakan muatan utama dari kapal LPG/E/C Coral Pavona yang memerlukan suhu -1040C. Suhu ini membutuhkan sistem pendingin yang dimana didalamnya terdapat perangkat kompresor yang harus selalu dalam kondisi kerja maksimum. Dalam rute pelayaran yang dilewati oleh kapal LPG/E/C Coral Pavona, kapal tersebut selalu mengalami perubahan suhu udara yaitu berkisar -20C sampai dengan 00C pada saat musim dingin dan 100C sampai dengan 200C pada musim panas,

hal ini menuntut LPG/E/C Coral Pavona untuk selalu menjaga kondisi perangkat kompresor pada sistem pendingin dalam kondisi prima, karena apabila terjadi kegagalan dalam sistem pendingin dapat menimbulkan akibat yang sangat berbahaya sekaligus dapat merugikan bagi perusahaan.

Kegagalan dalam sistem pendingin dapat menimbulkan perubahan bentuk muatan dan tidak dapat mencapai suhu yang sesuai dengan ketentuan yang diinginkan oleh charterer. Perubahan wujud muatan dari cair kembali menjadi gas merupakan kondisi yang dihindari, dan ini dapat terjadi karena suhu di dalam tangki meningkat. Ketika suhu di dalam tangki meningkat maka tekanan di dalam tangki mengalami hal yang sama. Jika tekanan di dalam tangki menyentuh batas Maximum Allowable Relieve Valve Setting (MARVS) yang telah ditetapkan, maka muatan yang sudah menguap akan dilepaskan/dibuang secara otomatis guna menurunkan tekanan di dalam tangki. Pelepasan gas ini dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan serta menimbulkan bahaya ledakan akibat gas yang dilepaskan ke udara tersebut. Selain itu perubahan bentuk dari cairan ke gas dapat mengubah bobot muatan, sehingga jumlah muatan di dalam tangki menjadi tidak sesuai dengan jumlah muatan yang tertera dalam Bill of Lading. Berkurangnya bobot muatan yang tidak sesuai dengan yang tertera pada Bill of Lading dapat mengakibatkan perusahaan dituntut mengganti kerugian yang disebabkan oleh kehilangan muatan akibat penguapan dan pelepasan gas muatan tersebut. Untuk mempertahankan bobot muatan agar tidak berkurang akibat terjadinya penguapan gas maka diperlukan penggunaan sistem pendingin untuk menjaga stabilitas temperature LPG yang sesuai dengan ketentuan.

Apabila penanganan muatan sering mengalami gangguan pada saat melakukan operasi pemuatan atau pembongkaran akan terjadi keterlambatan yang dapat menimbulkan protes dari pihak darat.

Untuk mencegah hal – hal yang merugikan tersebut maka perlu dilaksanakan peningkatan kinerja pada sistem pendingin guna menjaga stabilitas proses pencairan muatan gas ethane. Oleh karena penulis dalam hal ini mengangkat skripsi yang diberi judul:

#### **UPAYA MENINGKATKAN KINERJA SISTEM PENDINGIN GUNA MENJAGA STABILITAS PROSES PENCAIRAN GAS ETHANE DI KAPAL LPG/E/C CORAL PAVONA**

Berdasarkan Penjelasan diatas, diperoleh identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Tidak sesuai temperature muatan dalam tangki dengan ketentuan temperature muatan
2. Tekanan muatan yang terancam tinggi sehingga tidak sesuai dengan ketentuan mengenai tekanan muatan
3. Pencemaran lingkungan akibat pelepasan gas oleh Relieve Valve
4. Berkurangnya volume muatan akibat pelepasan gas oleh Relieve Valve pada saat tekanan tinggi di dalam tangka
5. Bahaya terjadinya ledakan atau kebakaran akibat gas yang terbuang
6. Kerugian perusahaan akibat klaim oleh charterer.
7. Memperlambat pembongkaran muatan karena temperature muatan yang tidak sesuai dengan ketentuan.

Adapun permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

Karena keterbatasan penulis dalam hal waktu dan tenaga untuk menjaga agar penelitian lebih terarah dan fokus, maka diperlukan adanya pembatasan masalah. Dengan pertimbangan tersebut maka skripsi ini dibatasi pada permasalahan point 1 pada indentifikasi masalah yaitu tidak sesuai temperature muatan dalam tangki dengan persyaratan temperature muatan

Kemudian tujuan dari penelitian ini adalah:

Mengidentifikasi, menganalisa, mengevaluasi, dan mencari penyebab tidak sesuai temperature muatan dengan persyaratan temperature muatan, serta mencari solusi untuk menjaga stabilitas temperature muatan sesuai dengan persyaratan temperature muatan.

#### **2. METODE**

Dalam penulisan skripsi ini penulis memilih cara Root Cause Analysis (RCA), Root Cause Analysis (RCA) adalah suatu metode analisis terstruktur yang mengidentifikasi akar masalah dari suatu insiden, dan proses ini cukup adekuat untuk mencegah terulangnya insiden yang sama. RCA berusaha menemukan jawaban atas

1. Apa yang telah terjadi?
2. Apa yang seharusnya terjadi?
3. Bagaimana hal tersebut dapat terjadi dan apa yang dapat dilakukan untuk mencegah kejadian yang sama terulang?

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pada skripsi ini diambil ketika penulis melakukan praktek laut dikapal LPG/E/C Coral Pavona pada tahun 2018 - 2019. Kapal ini dimiliki oleh perusahaan Belanda Anthony Veder yang khusus untuk transportasi gas. LPG/E/C Coral Pavona mendapatkan kontrak dari pemilik muatan untuk mendistribusikan Ethylene dari pelabuhan muat Rafnes, Norwegia dan pelabuhan bongkar yaitu Vada, Italia. Ditinjau dari segi penanganan muatan, LPG/E/C Coral Pavona memiliki 3 tangki muatan yang berbentuk Bilobe yang di setiap tangkinya dibagi menjadi tangki muatan kiri (1PS, 2PS, dan 3PS) dan tangki muatan kanan (1SB, 2SB, dan 3 SB) LPG/E/C Coral Pavona memiliki 2 sistem pendingin muatan (reliquefaction system). Setiap sistem pendingin muatan memiliki kompresor, kondensor, refrigerant kompresor dan refrigerant kondensor. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya bahwa penanganan muatan di kapal pengangkut gas sangat bergantung kepada peralatan sistem pendinginan muatan. Apabila alat – alat pada sistem pendinginan muatan tersebut dalam kondisi yang baik, maka pengoperasian pendinginan muatan secara keseluruhan dapat berjalan dengan lancar dan efisien. Agar terjamin sistem pendinginan muatan beroperasi dengan baik, diperlukan perawatan yang baik, sesuai dengan prosedur perawatan, yang dilakukan secara terencana dan terjadwal. Dengan perawatan yang baik, maka peralatan dalam sistem pendinginan muatan dapat digunakan bekerja secara maksimal serta akan memperlancar operasi kapal dalam hal penanganan muatan. Adapun permasalahan yang terjadi selama proses mendinginkan muatan gas Ethylene pada kapal LPG/E/C Coral Pavona adalah berdasarkan pengamatan dan pengalaman pada pelayaran (voyage) 19/2018 saat kapal berangkat dari pelabuhan muat di Rafnes, Norwegia, pada tanggal 30 September 2018 dengan tujuan pelabuhan bongkar adalah Vada, Italia. Kondisi kapal pada saat itu sedang memuat Ethylene dengan kuantitas 3.905,804 mt. Proses memuat berakhir pada 30 September 2018 Pukul 08.20. Suhu dan tekanan muatan di tangki setelah pemuatan adalah sebagai berikut

After Loading Average Temperatur [°C]

Absolute Pressure [bar]

Cargo tank 1 PS-98	1.47	
Cargo tank 1 SB	-98.3	1.47
Cargo tank 2 PS-97.3	1.49	
Cargo tank 2 SB	-99.5	1.49
Cargo tank 3 PS-98.1	1.47	
Cargo tank 3 SB	-97.8	1.47

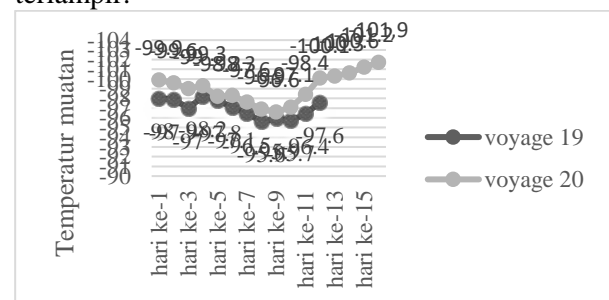
Sumber : LPG/E/C Coral Pavona CPAV 201819  
Cooling Report

Di pelabuhan bongkar Vada, pencharter memberi instruksi bahwa suhu muatan pada saat muatan dibongkar minimal  $-102.0^{\circ}\text{C}$ . Perkiraan waktu tempuh dari Rafnes, Norwegia menuju pelabuhan bongkar yaitu Vada, Italia yaitu berkisar 10 hari. Target suhu muatan yang harus didinginkan diperkirakan yaitu  $-4.7^{\circ}\text{C}$ , dengan jadwal yang diberikan oleh pencharter untuk pelaksanaan pembongkaran pada tanggal 9 Oktober 2018.

Berdasarkan grafik waktu pendinginan muatan. Target pendinginan muatan dari  $-97.3^{\circ}\text{C}$  sampai  $-102.0^{\circ}\text{C}$  seharusnya dapat dicapai dalam waktu lebih kurang 128 jam dengan menggunakan 2 kompresor sesuai dengan karakteristik dari sistem pendingin yang terdapat di kapal LPG/E/C Coral Pavona.

Proses pendinginan dimulai setelah kapal meninggalkan pelabuhan tepat pada saat waktu Begin of sea passage (BOSP). Pengecekan dilakukan secara rutin sesuai dengan prosedur yang ada.

Berdasarkan data pendinginan muatan (cooling report) pada pelayaran 19/2018 terdapat perubahan temperatur dan tekanan yang tidak sesuai dengan keadaan indikator normal operasional sistem pendinginan muatan tersebut. Ketika proses pendinginan muatan berjalan sejak tanggal 30 September 2019, tidak terjadi penurunan temperatur muatan yang sesuai dengan grafik, melainkan terjadi kenaikan temperatur muatan di setiap tangkinya selama proses pendinginan muatan ini berlangsung. Berikut merupakan contoh grafik perbandingan proses pendinginan muatan pada Voyage 19 dengan Voyage 20, dengan temperatur log selama proses pendinginan muatan terlampir.



Grafik perbandingan proses pendinginan muatan tangki 1P

Berdasarkan grafik yang disajikan, penulis menggunakan perbandingan interval waktu yang sama yaitu pengambilan waktu pada pukul 16.00 setiap harinya. Pendinginan muatan pada voyage 19 berakhir pada hari ke-12 pada tanggal 11 Oktober 2019 dengan temperatur muatan akhir  $-97.6^{\circ}\text{C}$  dan telah melewati tanggal pembongkaran muatan yang sudah ditentukan oleh pihak charterer

yaitu pada tanggal 9 Oktober 2019, selain itu proses pendinginan muatan tersebut tidak mencapai target minimum temperatur muatan yang seharusnya  $-102,0^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan pada voyage 20 temperatur muatan mengalami penurunan dengan jangka waktu selama 16 hari, target temperatur yang diinginkan oleh pihak charterer dapat terpenuhi dengan temperatur  $-101,9^{\circ}\text{C}$ . Dengan grafik ini dapat dilihat perbedaan proses pendinginan muatan, pada voyage 20 muatan dapat didinginkan lebih baik dibandingkan dengan voyage 19.

Tentu saja dengan keadaan seperti ini mengakibatkan keterlambatan dalam proses pembongkaran muatan dan tidak efisiennya penggunaan bahan bakar karena semakin lama waktu yang digunakan energi yang digunakan juga akan semakin besar, serta terjadi kerugian dari pihak charterer dan perusahaan Anthony Veder yang diakibatkan kejadian ini.

Berdasarkan data-data yang telah disajikan oleh penulis, dapat dilihat terdapat suatu masalah pada sistem pendinginan muatan di kapal LPG/E/C Coral Pavona Asumsi yang timbul adalah tidak optimalnya kerja dari sistem pendinginan disebabkan oleh kurangnya perawatan terhadap sistem pendinginan muatan tersebut serta kurangnya pemahaman dan pengetahuan perwira yang bertanggung jawab atas muatan tersebut. Jika hal ini tidak segera diatasi akan menimbulkan keterlambatan terhadap proses pendinginan muatan itu sendiri dan menyebabkan ketidak lancaran dalam operasional kapal seperti keterlambatan proses bongkar muat dan dapat mengurangi kepercayaan dari berbagai perusahaan untuk melaksanakan charter pada Perusahaan Anthony Veder.

Selain itu permasalahan berikutnya masih berkaitan dengan kejadian diatas. Beberapa peralatan yang memegang peran penting dalam bekerjanya sistem pendingin muatan (reliequfaction system) adalah kompresor muatan, LPG kondensor, dan refrigerant kondensor. Jika terjadi keterlambatan dalam proses pendinginan muatan, instrument yang paling memungkinkan terjadinya kerusakan adalah alat-alat tersebut. Berdasarkan pengamatan dan pengalaman pada pelayaran (voyage) 19/2018 Rafnes-Vada, terdapat beberapa fakta dan kejadian yang menunjukkan bahwa perwira yang bertanggung jawab atas muatan Ethylene tersebut kurang memahami dalam melakukan perawatan serta pengoperasian terhadap sistem pendingin, selama proses pendinginan muatan berlangsung beberapa hari, perwira yang bertanggung jawab atas muatan tersebut tidak menemukan solusi akan permasalahan sistem pendingin. Hal tersebut

membuat pihak Anthony Veder mengkontrak konsultan gas Per Groeneveld sebagai kru tambahan kapal yang bertujuan untuk melaksanakan penyelidikan penyebab terjadinya permasalahan pada sistem pendingin di kapal LPG/E/C Coral Pavona.

Pada akhir penelitian permasalahan yang dilakukan oleh Konsultan Gas Per Groeneveld, Ia mengatakan “Mualim satu adalah seorang pekerja keras yang memiliki terlalu sedikit pengalaman berlayar di kapal yang membawa muatan ethylene tanpa dibantu dengan gas engineer. Kapal ini terlalu sulit untuknya, akan lebih baik jika membiarkan dia (Mualim satu) untuk bekerja di kapal LPG tankers dengan sistem kompresor dan sistem pemanas yang sederhana.”

Adapun tujuan analisis data adalah untuk mencari serta mendapatkan solusi dari masalah pada perawatan dan pengoperasian sistem pendingin, didalam analisa data ini penulis akan menjelaskan menggunakan Metode Analisis Akar Masalah mengenai permasalahan ketika Temperatur muatan tidak sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh pihak charterer di kapal LPG/E/C Coral Pavona. Penulis melaksanakan dua analisa yaitu terhadap sistem pendingin muatan yang bekerja kurang baik dan terhadap operator yang kurang terampil.

Temperatur Didalam Tangki Tidak Sesuai dengan Persyaratan Temperatur Pemuatan.

Terjadi kebocoran freon dari dalam system kompresor Freon Terdapat Uncondensable Gas pada sistem pendingin

Terjadinya kerusakan automatic regulator system Kondisi Insulation tangki yang tidak baik

Terjadinya keretakan pada katup bypass sistem kompresor freon

Prosedur perawatan yang tidak sesuai: Kurangnya perawatan terhadap sistem pendingin

Kurangnya perawatan terhadap Insulation tangka

Kurangnya perawatan terhadap sistem kompresor freon

Kurangnya pengawasan akan perawatan sistem pendingin

Kurangnya pengawasan akan perawatan sistem pendingin

Kurangnya pengawasan akan perawatan Insulation tangka

Kurangnya perhatian perwira yang bertanggung jawab terhadap sistem pendingin muatan

Kurangnya pengetahuan dan keterampilan perwira yang bertanggung jawab

Kurangnya pengetahuan dan keterampilan perwira yang bertanggung jawab

Kurangnya pengetahuan dan keterampilan perwira yang bertanggung jawab

Tidak digunakannya sistem tersebut untuk jangka waktu yang lama

### **1.Terjadi kebocoran freon dari dalam sistem kompresor freon**

Pada tanggal 7 Oktober 2018 dilaksanakan pengamatan pada sistem pendingin di kapal LPG/E/C Coral Pavona untuk pertama kalinya oleh Konsultan Gas Per Groeneveld dan ditemukan bahwa freon yang berada di dalam sistem kompresor freon saat itu tidak mencukupi, sehingga sistem tidak bekerja dalam parameter yang benar. Tekanan dan temperatur pada outlet Ethylene condensor seharusnya berada 5°C diatas boiling point namun pada kenyataannya hasil dari pendinginan tersebut tidak mencapai target yang diinginkan. Sekitar 4,25 botol freon ditemukan diatas kapal dan secara langsung digunakan untuk mengisi sistem kompresor freon yang berada ditengah karena sistem tersebut memiliki kinerja terburuk. Pada saat pengisian freon pada sistem tersebut, ditemukan keretakan yang cukup besar pada katup pipa bypass diatas kompresor yang terjadi sebelum digunakannya sistem kompresor tersebut, katup tersebut diperlukan untuk menyalakan kompresor. Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya perawatan atau pengecekan secara berkala oleh perwira yang bertanggung jawab atas sistem tersebut dikarenakan sistem tersebut sudah tidak digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama. Setelah ditemukan masalah tersebut maka diputuskan bahwa katup tersebut harus diperbaiki. Namun pada esok harinya sistem kompresor freon mengalami kebocoran kembali, lalu diputuskan bahwa katup bypass pada sistem, harus ditutup rapat menggunakan gas tight cover untuk menghindari semakin banyaknya kebocoran freon.

Setelah dilaksanakan pengamatan, ditemukan bahwa setidaknya untuk seluruh sistem kompresor freon membutuhkan lebih kurangnya 1 sampai dengan 2 botol freon namun jika proses perbaikan

sistem dilakukan, maka botol freon yang dibutuhkan akan lebih banyak.

### **2.Terdapat Uncondensable Gas pada sistem pendingin**

Pada saat dilaksanakan pengecekan line sistem pendingin, telah ditemukan bahwa Incondensable line dalam keadaan terbuka. Line ini mengarah kembali ke tangki muatan yang menyebabkan pemanasan pada Condensate Return Line. Setelah sistem pendingin freon telah diperbaiki, katup pada Incondensable line ditutup lebih kurang sebanyak 20%. Namun meskipun sistem pendingin telah bekerja dengan baik, Tekanan pembuangan (Discharge pressure) pada kondensor ethylene tetap sangat tinggi. Hal ini merupakan indikasi bahwa terdapat Uncondensable Gas yang tersisa didalam sistem.

### **3.Terjadinya kerusakan pada Automatic Regulator System**

Beberapa regulator valve yang bekerja secara otomatis ditemukan tidak dapat bekerja. Hal ini menyebabkan dibutuhkannya waktu lebih kurang 2 jam untuk memulai sistem pendingin yang bekerja dengan baik. Berikut merupakan beberapa regulator otomatis yang ditemukan tidak bekerja.

#### **a.Freon Expansion Valve**

Seluruh freon expansion valves yang digunakan untuk mengatur aliran freon menuju kondensor ethylene tidak bekerja secara otomatis sehingga katup ini harus diatur secara manual Hal ini menyebabkan butuhnya perhatian dan waktu yang lebih pada pengaturan aliran freon menuju kondensor ethylene dikarenakan jika freon yang masuk berlebihan maka akan mengakibatkan cairan freon masuk kedalam sistem pendingin freon sedangkan jika freon yang masuk kurang, akan mengakibatkan tekanan yang tinggi pada discharge line dari sistem kompresor muatan. Selain itu pengoperasian katup secara manual berpotensi menyebabkan kompresor mengalami trip karena electrical overload.

#### **b.Expansion Valve pada sistem pendingin muatan port side**

Expansion valve (level regulator valve) pada sistem pendingin muatan port side tidak bekerja. Katup ini berguna untuk memastikan bahwa hanya cairan muatan yang sudah didinginkan di kondensor ethylene yang dikirim kembali menuju tangki muatan. Regulator otomatis harus mengatur level cairan 50mm dari dasar kondensor ethylene. Tentunya hal ini akan sangat sulit dilakukan jika secara manual yang mengakibatkan sebagian besar sistem bekerja dengan cairan muatan didalam

kondensor ethylene. Jika cairan menutupi tabung maka akan menyebabkan berkurangnya kapasitas kondensasi dari kondensor ethylene. Sedangkan jika tidak ada cairan muatan didalam kondensor dikarenakan sulitnya mengatur level cairan dapat mengakibatkan pengiriman Hot gas melalui condensate line menuju tangki yang mengakibatkan pemanasan muatan didalam tangki.

**c.Purger level regulator**

Terdapat 2 Purger pada sistem pendingin di LPG/E/C Coral Pavona yaitu starboard side purger dan port side purger. Pada masing-masing purger terdapat level regulator sistem yang tidak bekerja. Purger berguna untuk memisahkan Uncondensable Gas pada gas dengan cara melakukan kondensasi pada muatan. Ketika muatan sudah berubah bentuk menjadi cairan maka muatan tersebut akan dikembalikan ke dalam tangki melalu katup yang terhubung dengan condensate line. Sedangkan untuk Uncondensable Gas dapat dikembalikan ke tangki muatan jika level pada purger tidak terjaga. Uncondensable Gas tidak dapat dihilangkan secara efektif jika sudah melalui tahap gassing up sehingga dapat mengakibatkan masalah pada sistem kompresor.

**d.Terhambatnya suction strainer Freon**

Sejak pertama kalinya dilaksanakan pengecekan pada tanggal 7 Oktober 2018 terhadap sistem kompresor freon telah ditemukan bahwa terdapat tekanan diferensial sebanyak 0,2 bar s/d 0,3 bar. Hal ini cukup normal untuk kapal yang sudah tua dan bukan menjadi suatu masalah. Namun setelah sistem bekerja cukup lama, ditemukan bahwa pada setiap sistem kompresor freon mengalami peningkatan tekanan diferensial mencapai 1.0 bar yang menjadi indikasi bahwa adanya hambatan yang disebabkan oleh es atau residu minyak yang membeku. Berikut merupakan tabel tekanan diferensial pada tanggal 10 Oktober 2018 :

Posisi sistem	Temperatur pada outlet kondensor ethylene	Tekanan pada outlet kondensor ethylene	Tekanan pada suction kompresor freon	Tekanan diferensial
kiri	-34°C	+0.5 bar	-0.5 bar	1.0 bar
Tengah	-36°C	+0.45 bar	-0.3 bar	0.75 bar
kanan	-42°C	+0.1 bar	-0.4 bar	0.5 bar

Sumber : Diadaptasi dari Per Groeneveld (2018), Cooling problems coral pavona Version 1 final.

**4.Kondisi Insulation tangki yang tidak baik**

Pada tanggal 9 Oktober 2018 dilaksanakan pengecekan ke dalam hold space yang berada di

kapal untuk melihat kondisi insulation dari setiap tangki. Berikut merupakan hasil pengecekan :

**a.Hold Space 1**

Hold Space berada dalam keadaan lebih dingin dibandingkan dengan temperatur diluar. Temperatur air laut pada saat itu adalah 25°C dan hold space bersamaan dengan platnya memiliki temperatur 17°C. Tempat ini berada dalam keadaan kering dan terdapat banyak karat. Ditemukan beberapa ice spots dan retakan pada tangki.

**b.Hold Space 2**

Hold space ini memiliki kondisi yang lebih buruk dibandingkan dengan Hold Space 1. Telah ditemukan air di dalam drip tray. Temperatur ruangan tersebut sekitar 18°C dengan air laut 25°C. Selain itu beberapa ice spots dan kerusakan ditemukan.

**c.Hold Space 3**

Keadaan pada hold space ini terbilang parah dikarenakan terdapat genangan air setinggi 5 cm disemua bagian belakang buritan hold space. Selain itu ditemukan bahwa kelembapan didalam ruang tersebut sangat tinggi dan bagian bawah insulation dari tangki sedikit membeku. Terdapat lubang yang membusuk pada insulation dari kedua sisi tangki.

**5.Kurangnya Pengetahuan dan Keterampilan**

Perwira yang Bertanggung Jawab atas Muatan Berdasarkan STCW 95 BAB V mengenai pelatihan kru kapal tangki gas cair paragraf 24, 26, 30, 33 dan 34 kru kapal yang hendak bergabung di kapal harus telah menguasai dasar-dasar operasional sistem pendingin muatan, karena di dalam STCW 95 Bab V menyebutkan mengenai standar program pelatihan dalam penanganan muatan.

Program pelatihan yang disebutkan di dalam paragraf 2.2 peraturan V/1 yang sesuai dengan tugas-tugas di kapal tangki gas cair harus memberikan pengetahuan teori dan praktek tentang subyek-subyek yang dirinci di dalam paragraf 23 sampai paragraf 34 berikut ini:

**1)Peraturan dan ketentuan praktek**

**a)Paragraf 23**

Pengenalan konvensi-konvensi internasional yang relevan dan ketentuan-ketentuan dari IMO, ketentuan nasional dan ketentuan perindustrian.

**b)Paragraf 24**

Pengenalan rancangan (design) kapal dan peralatannya untuk kapal-kapal tangki gas cair; jenis-jenis kapal tangki gas cair; sistem-sistem pengaturan muatan (sistem pompa dan

penyaluran); sistem pengontrol/pengendali atmosphere (inert gas, nitrogen); kelengkapan penampungan muatan dan sistem penanganan; sistem pemadaman kebakaran dan peralatan penyelamat dan pengaman.

c)Paragraf 26

Suatu pengantar tentang ilmu dasar kimia dan fisika, yang berkaitan dengan pengangkutan secara aman gas-gas cair dalam bentuk curah, yang mencakup :

(1)Ciri dan sifat gas cair dan uapnya, termasuk definisi gas yang bersangkutan; hukum-hukum sederhana tentang gas; persamaan gas; kepadatan gas-gas; penyebaran dan pencampuran gas-gas; pemampatan gas; pencairan gas-gas; pendinginan gas-gas; temperatur kritis; arti titik nyala; batas bawah dan batas atas ledakan; temperatur nyala dengan sendirinya (auto ignition); persesuaian antar gas-gas; reaktivitas; polymerisasi dan inhibitor.

(2) Sifat-sifat cairan, termasuk kepekatan cairan dan uap; perubahan temperatur dan tekanan uap; enthalpy; penguapan dan mendidihnya cairan; serta

(3) sifat dan kualitas larutan-larutan; termasuk daya larut gas-gas tertentu di dalam cairan; daya campur antara cairan-cairan, dan efek-efek yang terjadi akibat perubahan temperatur; kepadatan larutan-larutan dan ketergantungannya terhadap temperatur dan kepekatan; efek-efek zat yang terurai terhadap titik didih dan titik cair; pembentukan dan penguraian senyawa air dengan asam (hydrate); daya serap terhadap air (hygroscopicity); pengeringan udara dan gas-gas lain; efek-efek temperatur rendah dan titik embun.

2)Sistem Penanganan Muatan

a)Paragraf 30

Suatu uraian tentang jenis-jenis pokok sistem pompa dan tatanannya, sistem pipa-pipa dan katup-katup dan sistem vapour return; suatu keterangan tentang tekanan, hampa udara, penghisapan, aliran; saringan-saringan dan pembilas; sarana-sarana penyambungan; tirai pembatas nyala api; gas-gas lembam (inert gas) yang biasa digunakan; sistem penyimpanan, generator dan sistem distribusi; sistem sirkulasi dan pencairan ulang; sistem pengukuran muatan, sistem pemasangan peralatan dan tanda bahaya; sistem pendeteksian gas dan pemantauan; sistem pemantauan CO<sub>2</sub>; sistem boil-off muatan dan sistem-sistem pelengkap.

b)Paragraf 31

Prosedur-prosedur dan persiapan pemuatan dan pembongkaran; daftar pemeriksaan (check list); pemeliharaan kondisi muatan selama pelayaran

dan selama di pelabuhan; pemisahan dan prosedur-prosedur pembersihan tangki, penggantian muatan; pengambilan contoh muatan; ballasting dan deballasting; prosedur-prosedur pemanasan dan pembersihan gas; prosedur-prosedur pendinginan suatu sistem yang bebas gas dan perhatian terhadap keselamatan.

c)Paragraf 34

Melembamkan (inerting) tangki dan ruangan kosong; pemuatan dan pendinginan tangki; kegiatan selama berlayar dengan muatan penuh dan selama pelayaran dalam ballast; prosedur-prosedur pemuatan, pengosongan tangki dan prosedur darurat, termasuk tindakan yang telah direncanakan terlebih dahulu jika terjadi kebocoran, kebakaran, tubrukan dan kandas, pembongkaran dalam keadaan darurat dan kecelakaan personil.

Berdasarkan data hasil analisa penulis dapat diketahui bahwa perwira yang bertanggung jawab atas muatan yang berada di atas kapal LPG/E/C Coral Pavona memiliki kekurangan dalam Perawatan dan Pengetahuan atas sistem pendingin dan muatan ethylene. Seperti yang telah diungkapkan oleh Konsultan Gas Per Groeneveld beberapa fakta dan kejadian yang menunjukkan bahwa perwira yang bertanggung jawab atas muatan Ethylene tersebut kurang memahami dalam melakukan perawatan serta pengoperasian terhadap sistem pendingin, selama proses pendinginan muatan berlangsung beberapa hari, perwira yang bertanggung jawab atas muatan tersebut tidak menemukan solusi akan permasalahan sistem pendingin. Untuk mengatasi hal ini, pihak Anthony Veder mengkontrak konsultan gas (Maritime Gas Expert) Per Groeneveld sebagai kru tambahan kapal yang bertujuan untuk melaksanakan penyelidikan penyebab terjadinya permasalahan pada sistem pendingin di kapal LPG/E/C Coral Pavona.

Pada akhir penelitian permasalahan yang dilakukan oleh Konsultan Gas Per Groeneveld, Ia mengatakan "Mualim satu adalah seorang pekerja keras yang memiliki terlalu sedikit pengalaman berlayar di kapal yang membawa muatan ethylene tanpa dibantu dengan gas engineer. Kapal ini terlalu sulit untuknya, akan lebih baik jika membiarkan dia (Mualim satu) untuk bekerja di kapal LPG tankers dengan sistem kompresor dan sistem pemanas yang sederhana."

## 6.Kurangnya Pengarahan Dalam Operasi Sistem

Pendingin dan Penangan Muatan Ethylene terhadap Perwira yang Bertanggung Jawab atas Muatan di Kapal LPG/E/C Coral Pavona

Peran dari perwira senior dalam hal ini Nahkoda, Mualim I dan Masinis I sangat penting seperti yang disebutkan dalam STCW 95 resolusi 8 mengenai peningkatan pengetahuan teknis, keterampilan dan profesionalisme para pelaut dalam hal ini perwira baru yang hendak bergabung di kapal, dimana sehubungan dengan keanggotaan dalam IMO agar membuat aturan-aturan untuk menjamin perusahaan-perusahaan:

- a. Memantau standar yang ditunjukkan oleh personil kapal dalam melaksanakan tugas-tugasnya;
- b. Memantau secara seksama dan meninjau secara sering kemajuan-kemajuan yang dicapai oleh perwira baru dalam memperoleh pengetahuan dan keahlian selama menjalankan tugas di atas kapal.
- c. Memberikan pelatihan penyegaran dan peringatan (refresh and updating training) dengan interval-interval waktu yang sesuai dengan kebutuhan.

7. Kurang efektifnya perawatan terhadap sistem kompresor freon yang jarang digunakan di kapal LPG/E/C Coral Pavona

Salah satu hal yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada sistem kompresor freon adalah kurangnya perawatan terhadap sistem yang jarang digunakan oleh perwira yang bertanggung jawab di Kapal LPG/E/C Coral Pavona dikarenakan untuk jangka waktu yang cukup lama, kapal tersebut tidak membawa muatan ethylene. Berdasarkan pengamatan penulis, perawatan yang dilaksanakan oleh perwira yang bertanggung jawab merupakan perawatan kerusakan (breakdown maintenance) yang merupakan pemeliharaan yang bersifat perbaikan yang terjadi ketika peralatan mengalami kegagalan dan menuntut perbaikan darurat atau berdasarkan prioritas. Dengan menggunakan perawatan ini maka membutuhkan biaya dan waktu yang lebih untuk menyelesaikan kerusakan yang terjadi. Hal ini dapat berdampak terhadap pendinginan muatan yang akan mengakibatkan keterlambatan pelaksanaan bongkar muat.

Sistem pendingin adalah sistem yang harus dirawat secara teliti, berkelanjutan, dan terus menerus sesuai dengan jadwal dan jam kerjanya sehingga akan meminimalisasi kerusakan saat pelaksanaan bongkar muat atau keadaan lainnya. Demikian halnya dengan pengoperasian dari sistem pendingin tersebut, pelaksanaannya yang melibatkan kompresor menuntut operator yang memiliki pengetahuan yang memadai mengenai sistem pendinginan muatan tersebut, hal ini untuk menghindari kesalahan dalam pengoperasian sistem pendingin tersebut dan agar selalu mengikuti prosedur dasar serta metode-metode dasar dalam menjalankan kompresor pada sistem

pendingin. Berdasarkan hasil analisa yang diperoleh dapat diketahui bahwa permasalahan yang terjadi di kapal LPG/E/C Coral Pavona tidak akan terjadi jika pengetahuan perwira yang bertanggung jawab atas muatan yang dibawa sudah mumpuni.

Dalam hal ini pemecahan masalah yang disarankan oleh penulis adalah untuk mengatasi :

**1. Kurangnya efektifnya perawatan pada sistem pendingin muatan di kapal LPG/E/C Coral Pavona**

**2. Kurangnya pengetahuan perwira yang bertanggung jawab atas operasi dan perawatan sistem pendingin di kapal LPG/E/C Coral Pavona**

Sebagai Mualim satu yang berada di kapal LPG/E/C Coral Pavona, selain sebagai perwira navigasi Ia juga bertindak sebagai operator dari sistem pendingin dan bertanggung jawab atas muatan yang dibawa oleh kapal yang dalam hal ini adalah muatan ethylene, maka dalam menjalankan sistem pendingin muatan, haruslah memiliki pengetahuan dalam pengoperasian dan perawatan sistem pendingin khususnya pengetahuan dalam menjalankan dan merawat kompresor pada sistem pendingin muatan ethylene.

Langkah-langkah yang seharusnya ditempuh untuk memperoleh pengetahuan dalam pengoperasian sistem pendingin tersebut dapat dilakukan melalui alternatif pemecahan berikut :

**1. Peningkatan perawatan sistem pendinginan muatan dengan menggunakan strategi perawatan berencana.**

Agar sistem pendingin bekerja dengan optimal diperlukan strategi perawatan yang benar. Strategi yang sebaiknya digunakan untuk perawatan sistem pendingin di kapal LPG/E/C Coral Pavona adalah perawatan berencana. Strategi perawatan berencana artinya perawatan yang dilakukan secara terjadwal dan sistematis. Tujuan dari strategi perawatan ini adalah untuk memperkecil kerusakan yang terjadi pada suatu alat atau sistem. Pemantauan kondisi dengan perawatan ini dilakukan dengan baik dengan pengukuran yang terus menerus maupun dengan pemeriksaan kondisi secara periodik. Pemeriksaan secara periodik akan memberikan pengamanan yang cukup atas terjadinya suatu kerusakan yang terus bertambah atau kemunduran suatu kondisi. Dengan demikian kondisi sistem pendingin muatan dapat selalu dipantau sehingga kerusakan pada alat – alat pada sistem pendingin dapat dicegah sedini mungkin dan tindakan korektif segera dapat diambil.



Pemantauan kondisi atau pengukuran keadaan fisik dari suatu komponen atau sistem adalah suatu teknik yang digunakan dengan dua tujuan

1) Untuk memeriksa kemerosotan komponen atau sistem yang digunakan, untuk memprediksi kapan dan tindakan perawatan apa yang perlu atau harus dilakukan agar operasi dapat dilanjutkan sampai batas yang dapat diterima.

2) Untuk memeriksa parameter kritis pengoperasian komponen atau sistem yang mungkin saja menyebabkan perubahan mendadak yang tidak dapat diterima untuk kelanjutan operasi. Pemantauan kondisi tersebut harus dilakukan secara berkelanjutan dan dapat diteruskan dengan tindakan koreksi secara otomatis. Tujuan pemantauan ini adalah bukan untuk menentukan kecenderungan, tetapi agar memungkinkan tindakan segera yang harus diambil untuk mencegah kerusakan atau untuk mengurangi konsekuensi kerusakan.

## **2. Mengoptimalkan evaluasi yang dilakukan terhadap metode-metode pengoperasian dan perawatan sistem pendingin muatan.**

Dalam melaksanakan prosedur mengoperasikan dan perawatan sistem pendingin muatan diperlukan adanya evaluasi. Namun pada kenyataannya di atas kapal, evaluasi tersebut tidak pernah direalisasikan dengan baik. Tujuan evaluasi adalah memberikan suatu penilaian mengenai ke-efektifan pengoperasian dan perawatan sistem pendingin muatan. Hal-hal yang harus dilakukan dalam evaluasi antara lain adalah:

1) Melaksanakan evaluasi sesuai dengan prosedur yang didokumentasikan.

2) Memastikan bahwa hasil setiap evaluasi didokumentasikan dan diajukan untuk mendapat perhatian bagi mereka yang bertanggung jawab dalam bidang yang dievaluasi; dan

3) Memeriksa apakah perbaikan terhadap kekurangan (deficiencies) yang ada, dilakukan tepat waktu.

Dari evaluasi tersebut akan didapat metode - metode baru dalam mengoperasikan sistem pendingin muatan tersebut. Kesalahan-kesalahan prosedur pengoperasian dan perawatan sistem pendingin akan menjadi suatu pengalaman meningkatkan pengetahuan perwira yang bertanggung jawab atas muatan yang dibawa oleh kapal.

## **3. Melaksanakan pelatihan terhadap perwira yang bertanggung jawab atas operasi dan perawatan sistem pendingin.**

Pelatihan-pelatihan yang diberikan oleh perusahaan pelayaran kepada kru-kru kapal dilakukan dengan cara, yaitu :

a. On the job training

Pelatihan yang dilakukan langsung di tempat kerja, pelatihan yang diberikan berupa praktek langsung. Dikarenakan setiap kapal memiliki karakteristik cara perawatan dan pengoperasiannya masing - masing.

b. Off the job training

Pelatihan yang dilakukan diluar lingkungan kerja, pelatihan yang diberikan berupa teori.

Dengan cara demikian kru kapal akan lebih memahami operasional sistem kerja pendingin muatan, karena kru kapal akan dibekali pengetahuan tentang sistem kerja dari sistem pendingin tersebut.

## **4. Penempatan perwira yang bertanggung jawab atas muatan berdasarkan dengan kompetensi dan pengalaman.**

Perusahaan Anthony Veder dapat melaksanakan penempatan perwira di atas kapal berdasarkan data pengalaman dan kompetensi perwira dalam menangani muatan tertentu sehingga dapat meminimalisir kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pengoperasian dan perawatan sistem pendingin di atas kapal. Setelah mengembangkan beberapa alternatif pemecahan masalah perlu kiranya dievaluasi terlebih dahulu untuk menentukan seberapa jauh pelaksanaan suatu alternatif pemecahan masalah itu dilaksanakan.

Adapun evaluasi dari alternatif pemecahan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

### **1. Peningkatan perawatan sistem pendinginan muatan dengan menggunakan strategi perawatan berencana.**

a. Keuntungan pada alternatif pemecahan masalah ini adalah :

1) Dapat mengurangi pekerjaan perawatan yang tidak perlu dan keharusan untuk pembongkaran secara periodik.

2) Konsep perawatan berdasarkan kondisi digunakan menjadi jelas serta beban kerja dalam melakukan perawatan berencana menjadi kecil karena operation days.

b. Kekurangan pada alternatif pemecahan masalah ini adalah:

Karena dalam melakukan perawatan ini didasarkan atas jam kerja mesin atau waktu kalender maka pada saat hari libur perawatan tidak dikerjakan.

### **2. Mengoptimalkan evaluasi yang dilakukan terhadap metode-metode pengoperasian dan perawatan sistem pendingin muatan.**

a. Kelebihan pada alternatif pemecahan masalah ini adalah :

1) Dari hasil evaluasi tersebut, maka akan diperoleh metode-metode baru dalam mengoperasikan sistem pendingin muatan tersebut.

2) Kesalahan-kesalahan dalam prosedur pengoperasian sistem pendingin akan menjadi suatu pengalaman yang dapat meningkatkan pengetahuan bagi setiap perwira yang bekerja di atas kapal agar tidak terulangnya kesalahan yang sama.

b. Kekurangan pada alternatif pemecahan masalah ini adalah :

a) Diperlukan waktu yang lebih sehingga menyebabkan berkurangnya waktu untuk beristirahat bagi perwira yang melaksanakan evaluasi.

b) Menyebabkan timbulnya biaya ekstra untuk kerja lembur perwira dalam mengerjakan evaluasi tersebut.

### **3. Melaksanakan pelatihan terhadap perwira yang bertanggung jawab atas operasi dan perawatan sistem pendingin.**

a. On the job training

Pelatihan langsung di kapal berupa pengenalan yang lebih matang kepada sistem-sistem kerja dan prosedur-prosedur kerja khususnya dalam hal ini sistem pendingin khususnya dalam pengoperasian dasar kompresor muatan yang digunakan di atas kapal. Operator tersebut akan mempunyai pengetahuan dan lebih mengenal karakteristik kompresor pada sistem pendingin muatan

1) Keuntungan pada alternatif pemecahan masalah ini adalah :

a) Kru yang akan bergabung di kapal akan lebih siap dan menguasai peralatan bongkar muat.

b) Proses bongkar muat akan lebih lancar

c) Kerjasama kru akan lebih harmonis

d) Kapal akan terhindar dari klaim karena jumlah muatan berkurang

2) Kerugian pada alternatif pemecahan masalah ini adalah :

a) Perusahaan harus mengeluarkan biaya ekstra untuk pelatihan kru yang akan bergabung di kapal.

b) Pemborosan tenaga kerja di kapal karena dua tenaga kerja bekerja bersamaan selama dalam pelatihan dalam satu tugas.

b. Off the job training

Pelatihan diluar tempat bekerja, berupa pengenalan secara tidak langsung mengenai sistem pendingin muatan khususnya dalam pengoperasian kompresor. Pelatihan diberikan secara teoritis, antara lain: studi kasus, permainan peran, grup diskusi, pusat pengembangan, dinamika grup,

belajar melalui tindakan proyek, permainan bisnis dan pelatihan di tempat terbuka. Pelatihan dapat juga dilakukan melalui Computer Base Training Program, yaitu suatu pelatihan dengan menggunakan media computer mengenai pengetahuan dasar mengoperasikan kompresor pada sistem pendingin muatan, serta pengenalan mengenai prosedur mengoperasikan kompresor pada sistem pendingin muatan.

1) Keuntungan pada alternatif pemecahan masalah ini adalah:

a) Operator sistem pendingin akan mempunyai bekal awal dalam mendalami sistem pendingin sebelum melakukan praktek langsung di lapangan.

b) Proses bongkar muat akan lebih lancar

c) Komunikasi antara kru baru dengan kru lama akan lebih baik karena dapat saling memahami tugas dan kewajiban masing-masing.

2) Kerugian pada alternatif pemecahan masalah ini adalah :

a) Perusahaan harus mengeluarkan biaya lebih untuk melakukan sebuah proyek pelatihan di darat.

b) Tenaga yang telah ada harus melalui proses pembelajaran ulang secara bersama – sama sehingga berpotensi memperlambat crew change di atas kapal.

### **4. Penempatan Perwira yang Bertanggung Jawab dengan Muatan Berdasarkan Kompetensi dan Pengalaman.**

Penempatan yang sesuai dengan kompetensi dan pengalaman perwira merupakan hal yang perlu diperhitungkan terutama dalam cara penanganan muatan di atas kapal. Hal ini sangatlah penting guna meminimalisir kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pengoperasian dan perawatan sistem pendingin. Sering kali seseorang tidak memahami secara seksama dalam melaksanakan tugasnya, dan menganggap hal yang ia lakukan adalah hal yang baik dan benar dikarenakan hal tersebut telah dilaksanakan secara repetitif dan tidak menimbulkan masalah. Hal – hal ini harus dihilangkan karena jenis muatan yang di angkut oleh kapal LPG/E/C Coral Pavona yaitu muatan LPG yang mempunyai karakteristik lebih berbahaya dari muatan cair curah yang lainnya. Selain itu, penempatan perwira berdasarkan kompetensi dan pengalaman bertujuan untuk mencapai pengoperasian yang aman dan baik. Berikut merupakan beberapa keuntungan dan kerugian yang ditimbulkan

a. Keuntungan pada alternatif pemecahan masalah ini adalah :

1) Kinerja kru kapal yang terlibat dalam operasi pendinginan muatan lebih baik

2) Kuantitas muatan akan lebih terjaga

3)Loyalitas pencarter akan meningkat karena manajemen kerja di atas kapal terjaga.

b.Kerugian pada alternatif pemecahan masalah ini adalah :

1)Sulitnya melaksanakan crew change dikarenakan proses pemilihan perwira berdasarkan kompetensi dan pengalamannya yang akan memakan waktu yang lebih lama dari biasanya.

2)Berpotensi untuk perusahaan melaksanakan kontrak terhadap perwira baru yang lebih kompeten dan berpengalaman sehingga terjadi putus kontrak terhadap perwira yang tidak memiliki kompetensi dan pengalaman yang sesuai

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan permasalahan yang telah dilaksanakan oleh penulis, dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem pendingin sangat bergantung pada perawatan dan pengoperasian dari sistem pendingin muatan tersebut. Banyaknya permasalahan yang terjadi saat menjalankan suatu operasi pendinginan muatan di atas kapal, Disebabkan oleh kegagalan dalam melaksanakan prosedur perawatan dan pengoperasian, serta kurangnya pengetahuan para perwira mengenai pengetahuan dasar dari sistem pendingin muatan. Perwira yang bertanggung jawab sebagai operator sistem pendingin muatan diharuskan memiliki kompetensi dan kemampuan mengenai pengoperasian maupun perawatan sistem pendingin. Oleh karena itu ditemukan beberapa kesimpulan berikut ini :

1.Penyebab terjadinya permasalahan

##### **a.Kurangnya perawatan pada sistem pendingin muatan di kapal LPG/E/C Coral Pavona.**

Berdasarkan analisa yang telah dilaksanakan oleh penulis, ditemukan berbagai kerusakan pada komponen – komponen sistem pendingin yang terjadi dikarenakan kurangnya perawatan, yaitu :

- 1)Kebocoran dan kurangnya freon di dalam sistem kompresor freon
- 2)Incondensable Gas didalam sistem pendingin
- 3)Kerusakan pada Automatic Regulator System
- 4)Terhambatnya Suction Strainer Freon

##### **b.Kurangnya pengetahuan perwira yang bertanggung jawab atas operasi dan tan sistem pendingin di kapal LPG/E/C Coral Pavona**

Kurangnya pemahaman terhadap prosedur dalam melakukan perawatan pada sistem pendingin muatan serta kurang familiarnya dalam pengoperasian peralatan pendingin muatan yang dialami oleh perwira dikarenakan hal-hal berikut :

1)Kurangnya pelatihan dari perusahaan dan pelatihan rutin diatas kapal.

2)Kurangnya pengawasan kualitas pengetahuan perwira yang bertanggung jawab mengenai sistem pendingin muatan dari pihak perwira diatas kapal dan perusahaan.

##### **2.Upaya untuk mencegah terjadinya permasalahan a.Mengatasi kurangnya perawatan pada sistem pendingin muatan di kapal LPG/E/C Coral Pavona**

1)Peningkatan perawatan sistem pendinginan muatan dengan menggunakan strategi perawatan berencana

2)Mengoptimalkan evaluasi yang dilakukan terhadap metode-metode pengoperasian dan perawatan sistem pendingin muatan.

##### **b.Mengatasi Kurangnya pengetahuan perwira yang bertanggung jawab atas operasi dan perawatan sistem pendingin di kapal LPG/E/C Coral Pavona**

1)Pelatihan-pelatihan yang diberikan oleh perusahaan pelayaran kepada kru-kru

2)Penempatan perwira yang bertanggung jawab atas muatan berdasarkan dengan kompetensi dan pengalaman.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]Anthony veder. 2015. Safety Management System. Rotterdam
- [2]Ayok Sinau. 2020. Pengertian Kinerja. Dikutip 09 Juli 2020 dari Pengertian Kinerja: <https://ayoksinau.teknosentrik.com/pengertian-kinerja/>
- [3]Docplayer.info.2018.Pengertian proses. Dikutip 09 Juli 2020 dari Pengertian Proses: <http://docplayer.info/88189753-Bab-iii-pembahasan-3-1-pengertian-proses.html>
- [4]Danuasmoro, Goenawan. 2003. Manajemen Perawatan dan Perbaikan. Jakarta: Yayasan Bina Citra Samudera
- [5]International Safety Management Code (ISM Code). 2010. London: IMO
- [6]International Convention on Standard of Training Certification and Watchkeeping (STCW) for Seafarers. 2010 As Ammended in Manila.
- [7]Ir. Suharto. 1991. Manajemen Perawatan Mesin. Jakarta: Rineka Cipta

- [8] Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). 1998
- [9] MC Guire and White. 2006. *Liquified Gas Handling Principles On Ship and in Terminals*, forth ed. London: SIGTTO.
- [10] Nazir, Moh. 2014. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia

	editor, equation di center, nomor eq. di sisi kanan)	
	Gambar (center, in line with text, Nomor urut dari 1, Judul di bawah gambar, Huruf kapital di awal kata)	
	Tabel (center, in line with text, Nomor urut dari 1, Judul di atas tabel, Huruf kapital di awal kata, Label ditulis tebal)	
7	Daftar Pustaka :	
	Minimal 10 acuan	
	Terdapat acuan primer (jurnal)	
	Format IEEE	

### Tabel Pemeriksaan Isi Jurnal

Bagian ini tidak termasuk dalam isi artikel. Bagian ini adalah bantuan untuk penulis dan juga editor jurnal untuk memeriksa isi jurnal. Sampai jurnal ini dinyatakan diterima, tidak diperbolehkan menghapus tabel ini. Silahkan beri tanda *check list* (√) jika item tersebut **ada di dalam artikel**. Selanjutnya kualitas dan kedalaman isi dari masing-masing jenis pemeriksaan akan diperiksa oleh reviewer. Tabel ini hanya untuk memastikan setiap jenis pemeriksaan sudah ada di dalam isi artikel.

Tabel Pemeriksaan Isi Artikel

No	Jenis Pemeriksaan	Tanda
1	Abstrak :	
	Latar belakang	
	Tujuan & manfaat penelitian	
	Metode	
	Kesimpulan	
	Kata kunci	
2	Pendahuluan :	
	Latar belakang permasalahan.	
	Review studi terdahulu.	
	Tujuan dan manfaat dari penelitian	
3	Metode :	
	Deskripsi objek penelitian.	
	Perlakuan pada objek penelitian..	
	Metode / cara dan prosedur pemecahan yang digunakan untuk meneliti.	
	Alat dan/atau bahan yang digunakan dalam penelitian.	
4	Hasil :	
	Hasil penelitian	
	Penjelasan hasil	
	Komparasi hasil dari variabel yang berbeda	
5	Kesimpulan :	
6	Format :	
	Ukuran kertas (A4)	
	Margin (20 mm)	
	Jarak antar kolom (12,5 mm)	
	Font (Times New Roman)	
	Persamaan matematika (2 kolom no border tabel, menggunakan equation	