

Kebocoran freon menyebabkan menurunnya kerja *evaporator* pada mesin *refrigerator* di MV. ASIKE GLOBAL

Wiratno ^a, Daryanto ^b, Pratama A. R. ^c

^a Dosen Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

^b Dosen Program Studi KALK Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

^c Taruna (NIT. 51145363. T) Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

Mesin pendingin adalah suatu rangkaian-rangkaian permesinan bantu yang mampu bekerja untuk menghasilkan suhu atau temperatur dingin. Refrigerator mempunyai 4 komponen utama yaitu Compressor, Condensor, Expansion Valve, dan Evaporator. Refrigerator sendiri memiliki peranan yang sangat penting yaitu mengawetkan bahan makanan agar dapat bertahan lebih lama.

Menurunnya kerja evaporator pada mesin refrigerator dapat disebabkan karena beberapa hal, namun yang terjadi pada saat penulis melaksanakan praktik laut, menurunnya kerja evaporator disebabkan karena kebocoran pada sistem freon, kerusakan pada dryer, dan kurangnya perawatan dan juga perbaikan sehingga menyebabkan menurunnya kerja evaporator pada mesin refrigerator.

Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa penyebab menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator adalah adanya gangguan pada dryer dan kebocoran pada sistem freon. Dampak yang ditimbulkan dari faktor menurunnya kinerja evaporator yaitu terjadinya bunga es dan busuknya bahan makanan. Upaya yang dilakukan dengan menggunakan strategi yaitu mengganti filter dan silicagel, melakukan pemeriksaan dan perbaikan pada pipa yang bocor, dan melakukan standart perawatan dan perbaikan sesuai dengan manual book sehingga evaporator dapat kembali bekerja dengan optimal dan dapat mencapai suhu yang diinginkan.

Kata Kunci : Refrigerator, Evaporator, Compressor, Condensor.

I. PENDAHULUAN

Transportasi laut akan dapat mencapai tujuannya dengan sukses, tepat waktu, aman dan selamat apabila seluruh komponen pendukung yang ada tercukupi dengan baik. Komponen-komponen pendukung tersebut dapat berupa penunjang kesejahteraan dan kesehatan anak buah kapal. Salah satu penunjang yang sangat vital dan berhubungan dengan kesejahteraan dan kesehatan adalah kualitas dan kuantitas bahan makanan. Bahan makanan itu harus tetap berkualitas meskipun dalam penyimpanan yang lama. Agar bahan makanan itu tidak banyak yang rusak atau busuk. Dengan demikian walaupun kapal berlayar untuk waktu yang cukup lama, kebutuhan akan bahan makanan awak kapal akan cukup tersedia dalam keadaan masih segar dan sehat untuk dikonsumsi.

Penggunaan refrigerator sangat penting untuk membantu pengawetan makanan, maka dari itu sebagai masinis 4 harus mengetahui komponen yang ada pada refrigerator. Mesin pendingin memiliki 4 komponen penting, yaitu compressor, condensor, expansion valve, dan evaporator. Kompresor berfungsi meningkatkan tekanan media pendingin tanpa mengubah bentuk media pendingin tersebut, dari kompresor media pendingin bertekanan bersuhu tinggi menuju kondensor

untuk didinginkan dan diubah bentuk dari gas menuju cair tanpa mengubah tekanan media pendingin tersebut. Setelah media pendingin berubah bentuk menjadi cair akan dialirkan menuju ekspansi, disini media pendingin akan diubah tekanannya menjadi lebih rendah agar media pendingin dapat berubah wujud menjadi gas kembali. Tempat media pendingin berubah menjadi gas berada di evaporator, saat media pendingin berubah menjadi gas, media pendingin menyerap panas lingkungan. Sehingga temperatur suhu sekitar menjadi turun, dan apabila proses ini berlangsung secara terus menerus akan dicapai temperatur suhu yang diinginkan.

Namun pada saat proses penyerapan panas lingkungan berlangsung sering terjadi gangguan. Pada tanggal 18 Februari 2017 di Bade, Papua evaporator mengalami timbunan bunga-bunga es yang sangat tebal, dengan adanya bunga-bunga es ini akan sangat mengganggu proses penyerapan panas hingga suhu yang diinginkan tidak dapat tercapai, yang awalnya mampu mencapai suhu -18oC menjadi 0oC sampai +2oC. Makanan pun menjadi tidak segar, akhirnya koki mengambil tindakan dengan memasak makanan yang ada sebelum membusuk. Karena adanya kondisi seperti itu kapten memutuskan untuk belanja persediaan makanan, sehingga dana pengeluaran untuk bahan makanan menjadi membengkak. Proses pelayaran juga menjadi terganggu karena kapal harus menambah waktu untuk perbelanjaan makanan.

Dari latar belakang diatas ditemukan rumusan masalah yang dikemukakan oleh peneliti:

1. Faktor apa saja penyebab menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator?
2. Dampak apa saja yang ditimbulkan akibat menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator?

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian Refrigerator

Menurut Sumanto (2004:2) "bahwa pengertian refrigerator adalah suatu pesawat yang menggunakan cairan pendingin untuk mendinginkan ruangan dengan cara menyerap panas yang berada diruangan tersebut (evaporator), sehingga temperaturnya turun sesuai yang dikehendaki". Cara kerja dari sebuah refrigerator dalam sirkulasi proses pendinginan adalah berawal dari kompresor menghisap media pendingin (freon) dari evaporator yang mempunyai tekanan rendah dan bersuhu rendah kemudian dikeluarkan dari kompresor berubah dengan tekanan tinggi dan bersuhu tinggi. Media pendingin akan melalui pemisah minyak atau oil separator, karena media pendingin itu bersifat lebih ringan dari pada minyak maka minyak itu selalu berada dibawah. Minyak dialirkan kembali ke kompresor dari bagian bawah tabung pemisah melalui pipa kecil yang dihubungkan dengan kotak engkol (bagian bawah kompresor). Karena adanya minyak yang ikut

didalam peredaran media pendingin disebabkan terjadinya pelumuran atau pelumasan pada kompresor seperti bantalan-bantalan, ring-ring torak dengan silinder. Freon yang telah dipisahkan dari minyak mengalir ke kondensor. Pada bagian kondensor freon didinginkan dengan air laut yang disirkulasikan oleh pompa pendingin.

2. Proses Pendinginan

Dalam suatu proses pendinginan, berlangsung beberapa proses fisik yang sederhana. Jika ditinjau dari segi termodinamika, seluruh proses perubahan itu terlibat tenaga panas, yang dikelompokkan atas panas laten penguapan, panas sensibel, panas laten pengembunan dan lain sebagainya. Refrigerant cair menguap akibat kondisi tekanan yang rendah. Menurut Sofyan Ilyas (1993), suatu siklus refrigerasi secara berurutan berawal dari pemampatan, melalui pengembunan (kondensasi), pengaturan pemuaian dan berakhir pada penguapan (evaporasi). (Lutfi, 2016).

3. Komponen Utama Mesin Pendingin

a. Kompresor Unit

Sumanto (2004 ; 5) menuliskan bahwa: kompresor unit terdiri dari motor penggerak dan kompresor. Kompresor bertugas untuk menghisap dan menekan zat pendingin sehingga zat pendingin beredar dalam unit mesin pendingin. Sedangkan motor penggerak bertugas memutar kompresor tersebut.

b. Kondensor

Menurut Sumanto (2004;9) kondensor adalah sebuah alat dimana zat pendingin (freon) dalam tekanan dan temperatur tinggi yang keluar dari kompresor didinginkan dan dirubah menjadi cair. Disini panas dari ruangan yang diserap oleh freon dipindahkan oleh air pendingin. Dalam kondensor tidak terjadi perubahan tekanan.

Fungsi dari kondensor ada dua, yaitu:

- 1) Untuk merubah bentuk zat pendingin dari bentuk gas dengan tekanan dan temperatur yang tinggi menjadi cairan dengan temperatur yang rendah (tekanannya masih tinggi).
- 2) Untuk menampung cairan zat pendingin hasil proses kondensasi.

c. Expantion Vale

Expantion valve adalah alat untuk mengatur jumlah zat pendingin yang masuk ke pipa coil evaporator. Selain itu fungsi dari katup ekspansi adalah untuk mencekik media pendingin yang keluar dari katup ekspansi agar tekanannya turun. Pada kapal tempat penulis melakukan penelitian jenis katup ekspansi yang dipakai adalah tipe TEV (Thermostatic Expantion Valve). Pada TEV dilengkapi juga dengan pipa kapiler dan bulb. Bulb ditempatkan di pipa evaporator sedangkan antara TEV dan bulb dihubungkan dengan pipa kapiler yang berisi zat pendingin

d. Evaporator

Ega (2013), mengatakan fungsi dari evaporator adalah untuk menyerap panas dari udara atau benda di dalam ruangan yang diinginkan. Kemudian membuang kalor tersebut melalui kondensor di ruang yang tidak didinginkan. Kompresor yang sedang bekerja menghisap refrigerant gas dari evaporator, sehingga tekanan di dalam evaporator menjadi rendah. Evaporator fungsinya kebalikan dari kondensor. Tidak untuk membuang panas ke udara di sekitarnya, tetapi untuk mengambil

panas dari udara di dekatnya. Kondensor ditempatkan di luar ruangan yang sedang didinginkan, sedangkan evaporator ditempatkan di dalam ruangan yang sedang didinginkan. Kondensor tempatnya diantara alat ekspansi dan kompresor, jadi pada sisi tekanan rendah dari sistem. Evaporator dibuat dari bermacam-macam logam, tergantung dari refrigerant yang dipakai dan pemakaian dari evaporator sendiri.

4. Komponen Bantu Mesin Pendingin

a. Dryer

Menurut Hundy, etal (2016), halocarbons dalam filter dryer berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam refrigerant dengan pengeringan dari sistem. Bentuk umum dari kapsul kering yaitu pengering padat seperti alumina atau zeolite (saringan molekuler) dan terletak di garis cair di atas expansion valve. Kapsul ini harus memiliki saringan untuk mencegah hilangnya zat pengering ke dalam siklus refrigerator plant sehingga memiliki lubang katup dari kerusakan fine debris (garis-garis puing).

b. Oil Separator

Oil separator adalah salah satu komponen instalasi mesin pendingin yang berfungsi sebagai tempat untuk memisahkan antara gas pendingin dengan minyak lumas yang dibawa gas pendingin. Apabila oil separator tidak berfungsi dengan baik maka akan dapat berpengaruh terhadap pendinginan pada evaporator tidak sempurna, karena tekanan kompresi pada oli mengakibatkan busa pada sistem sehingga penyerapan panas tidak bias sempurna.

c. Electric Solenoid Valve

Solenoid valve adalah alat yang berfungsi untuk mengatur suhu kamar pendingin, dengan cara diatur oleh thermostatic switch yang mempunyai tabung pengontrol yang letaknya di dalam kumparan atau coil, maka timbulah lapangan magnet yang akan menarik pluyer besi lunak ke atas untuk kemudian mengangkat klep jarum. Kemudian freon mengalir ke evaporator dan melalui katub tersebut.

d. Oil Pressure Switch

Oil pressure switch adalah fungsi kontrol untuk menghentikan kompresor ketika tekanan minyak yang dikembangkan oleh pompa jauh di bawah tingkat tertentu, atau tekanan gagal mencapai tingkat maksimum yang ditentukan (Hundy, etal, 2016).

5. Kerusakan pada sistem pendingin

a. Unit Kompresor

Menurut Sumanto (2004;90) untuk memeriksa kompreor unit dapat dicoba dihubungkan dengan sumber dan dipasang Amperemeter untuk mengecek arus yang ditarik oleh motornya.

b. Evaporator

Kemungkinan kerusakan:

- 1) Bocor
- 2) Buntu
- 3) Sirip-sirip kotor

c. Kondensor

Kondensor adalah sebuah alat dimana zat pendingin (freon) dalam tekanan dan temperatur tinggi yang keluar dari kompresor didinginkan dan dirubah menjadi cair. Disini panas dari ruangan yang diserap oleh freon dipindahkan oleh air pendingin.

d. Pipa Kapiler

Gangguan pada pipa kapiler biasanya disebabkan oleh buntu, pipa gepeng atau bengkok, ada benda-benda yang lain di dalam pipa dari kotoran atau sisa penjelasan yang tertinggal atau uap air yang membeku. Jika pipa kapiler buntu seluruhnya, maka tidak akan terdengar suara pada ujung masuk evaporator, evaporator tidak terasa dingin.

e. Dryer

Gangguan pada dryer sering terjadi pada mesin pendingin yang mengalami kelainan pada sistem kerjanya. Pada umumnya gangguan yang terjadi pada filter adalah penyumbatan terhadap saringan kasa halus oleh kerak-kerak akibat korosi, gram-gram akibat keausan silinder, piston dan ring piston kompresor. Disamping kotoran tersebut tersumbatnya saringan kasa halus juga disebabkan karena busa minyak pelumas yang membeku didalam saringan.

f. Refrigeran

Gangguan yang mungkin terjadi:

- 1) Terlalu banyak isi bahan pendingin. (over charged).
- 2) Kurang isi bahan pendingin (under charged)
- 3) Bocor

6. Kebocoran Freon

- a. Kebocoran pada daerah tekanan rendah.
- b. Kebocoran pada tekanan tinggi.
- c. Cara mengetahui kebocoran Freon
 - 1) Dengan menggunakan nyala api
 - 2) Dengan menggunakan air sabun.

kegiatan operasional kapal yang menjadi objek penelitian. Pendekatan dimulai dengan mengadakan analisa terhadap prosedur pelaksanaan pemuatan, sesuai dengan prosedur yang berlaku.

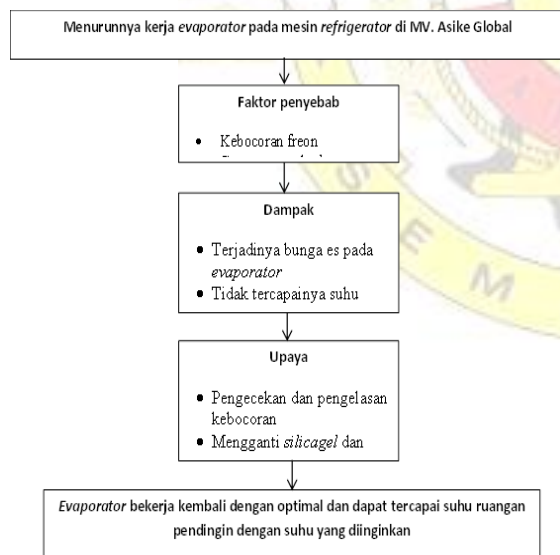
Menurut Sugiyono (2015) dalam bukunya yang berjudul "Metodologi Penelitian Kualitatif". Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat *postpositivisme*, digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah, (sebagai lawannya adalah eksperimen) dimana peneliti adalah sebagai instrument kunci, teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi (gabungan), analisis data bersifat induktif/kualitatif, dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna dari generalisasi.

Menurut Nana Syaodih Sukmadinata (2010:60) dalam bukunya yang berjudul "Metode Penelitian Pendidik". Penelitian kualitatif (*qualitative research*) adalah suatu penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan dan menganalisa fenomena peristiwa, aktivitas sosial, sikap, kepercayaan, persepsi, pemikiran orang secara individual maupun kelompok.

Selain itu penulis menggunakan metode pendekatan lain yaitu studi perbandingan yang membandingkan antara pengetahuan *crew* kapal dalam operasional kapal, antara lain ketika kapal akan melaksanakan *lashing* setelah kapal selesai melaksanakan pemuatan semen dalam palet di kapal MV. Largo

Penelitian deskriptif (*descriptive research*) adalah satu metode penelitian yang ditujukan untuk menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, yang berlangsung pada saat ini atau saat yang lampau.

2. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.1: Kerangka Pikir Penelitian

III. METODOLOGI

A. Pendekatan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan pada penelitian ini merupakan studi penelitian bersifat kualitatif dengan pendekatan masalah observasional analitis, dimana dilakukan observasi yang terjadi selama

B. Waktu dan Tempat Penulisan

Waktu penelitian adalah pada saat penulis melakukan praktek laut selama satu tahun di kapal MV. Largo dari tanggal 05 Juli 2017 sampai dengan 05 Juli 2018 sebagai deck cadet. Lokasi penelitian dilaksanakan di kapal MV.Largo milik perusahaan PT.PRO MARITIME, Rute dari MV. Largo meliputi negara Spanyol dan Afrika Utara.

C. Sumber data

Berdasarkan cara memperoleh data penelitian sebagai pendukung selama penulisan skripsi ini berdasarkan :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung dari objek penelitian. Hal yang dilakukan adalah dengan menyimpulkan hasil observasi langsung terhadap kegiatan operasional kapal selama kapal berada di pelabuhan maupun saat berlayar. Serta melakukan wawancara dimana pertanyaan dilengkapi dengan situasi saat pengamatan dan kondisi yang ada.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh penulis sebagai data yang digunakan untuk mendukung atau melengkapi data yang sudah penulis dapatkan secara langsung. Data tersebut penulis dapatkan dari buku-buku, literatur, dan hasil penelitian lain yang mempunyai hubungan dengan apa yang penulis pelajari.

D. Metode pengumpulan data

Pengumpulan data dimaksudkan untuk memperoleh bahan-bahan yang relevan, akurat dan nyata. Data-data tersebut diperoleh dengan cara wawancara kepada narasumber, melakukan observasi dan kepustakaan.

Setiap data yang ada memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, akan lebih baik jika pengumpulan data tidak hanya dari satu sumber, melainkan dari sumber-sumber yang lain, sehingga dapat saling melengkapi satu sama lain untuk kesempurnaan skripsi penulis. Penelitian ini menggunakan beberapa teknik pengumpulan data yaitu :

1. Riset Lapangan

Teknik pengumpulan data dengan menggunakan observasi langsung ke objek penelitian yaitu dengan melaksanakan prala (praktek laut) selama 12 bulan di kapal MV. ASIKE GLOBAL, sehingga data-data yang dikumpulkan sesuai dengan kenyataan yang ada saat penelitian berlangsung. Dengan demikian akan didapatkan data yang diyakini kebenarannya.

2. Metode Wawancara

Wawancara merupakan proses tanya jawab secara lisan yang dilakukan seseorang yang saling berhubungan dan saling menerima serta memberikan informasi. Wawancara sebagai alat pengumpulan data menghendaki adanya komunikasi langsung antara peneliti dengan sasaran penelitian dan akhirnya mendapat kesimpulan. Dalam hal ini penulis melakukan wawancara dengan *crew* kapal.

3. Metode observasi

Dalam melakukan pengamatan terhadap mesin refrigerator sejak penulis melaksanakan praktek laut (prala), ada beberapa permasalahan yang penulis temukan. Namun penulis menyadari bahwa tidak mungkin untuk memfokuskan pada semua permasalahan karena terbatasnya kemampuan dan waktu yang penulis punya. Oleh karena itu penulis mencoba untuk mengamati hanya pada beberapa masalah saja yang terkait pada permesinan refrigerator plant yaitu analisis menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator di KM. Asike Global.

4. Studi Dokumentasi dan Kepustakaan

Cara mendapat dan mengumpulkan data sekunder dengan jalan mempelajari teori dari buku-buku, dokumen-dokumen kapal, serta prosedur-prosedur yang berkaitan dengan pokok masalah yang diteliti.

E. Teknik analisis data

Teknik analisis data merupakan suatu metode atau cara untuk mengolah sebuah data menjadi informasi sehingga karakteristik data tersebut menjadi mudah untuk dipahami dan dapat ditemukan solusi dari permasalahan pada penulisan. menguraikan sebuah data agar mudah dimengerti,

Metode yang digunakan untuk menganalisa data dalam skripsi ini menggunakan metode kualitatif, dimana dalam skripsi ini terdapat pemaparan semua kejadian atau peristiwa yang terjadi dikapal yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas dalam skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini, penulis menggunakan dua macam metode analisa data yaitu *fishbone* dan *fault tree analysis*.

Berikut beberapa alasan bahwa metode *fishbone* dan *fault tree analysis* adalah metode yang tepat untuk Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengenali akar penyebab masalah atau sebab mendasar dari akibat, masalah, atau kondisi masalah yang terjadi.

2. Dapat memilah dan menguraikan pengaruh timbal balik antara berbagai faktor yang mempengaruhi akibat atau proses pengamanan muatan.
3. Menganalisa masalah yang ada sehingga tindakan yang tepat dapat diambil.
4. Dapat membantu menentukan akar penyebab masalah dengan pendekatan yang terstruktur.

IV. DISKUSI

A. Gambaran Umum Obyek Yang Diteliti

Mesin pendingin atau refrigerator merupakan pesawat bantu yang bekerja berdasarkan pada prinsip pemindah panas. Dalam sirkulasi mesin pendingin terdapat proses kompresi, kondensasi, ekspansi dan evaporasi. Proses kompresi terjadi pada refrigerant yang berwujud gas akan dimampatkan oleh kompresor. Proses kondensasi terjadi saat refrigerant yang berwujud gas melewati kondensor untuk didinginkan dan berubah wujud menjadi cair. Proses ekspansi terjadi saat refrigerant yang berwujud cair bertekanan dan bersuhu tinggi melewati katup ekspansi sehingga refrigerant akan berubah wujud menjadi mist refrigerant (kabut) dan bersuhu rendah untuk disemburkan. Proses evaporasi terjadi pada refrigerant yang akan menguap pada pipa-pipa coil evaporator.

Dengan dipadukan beberapa proses tersebut dalam satu sistem, maka dapat dimanfaatkan menjadi alat pendingin. Dari proses diatas, proses penguapan di pipa-pipa coil evaporator yang dimanfaatkan untuk mendinginkan suatu ruangan. Saat refrigerant dalam pipa-pipa evaporator menguap, menyerap panas disekitar pipa-pipa coil evaporator, sehingga ruangan pendingin menjadi lebih dingin. Karena proses pengupan terjadi terus-menerus dan berlangsung sangat cepat maka keadaan ruang pendingin menjadi semakin dingin. Dengan keberadaan blower yang dipasang dekat pipa-pipa coil evaporator, udara dingin tersebut dihembuskan keseluruh ruangan pendingin sehingga menjadi semakin dingin. Namun pada kenyataan diatas kapal proses penguapan pada evaporator tidak selalu bekerja dengan maksimal.

Dalam keadaan nyata diatas kapal, ternyata tidak sesuai seperti yang diharapkan. Pada tanggal 18 Februari 2017 ketika kapal sandar di Bade (Papua) terjadi permasalahan pada mesin pendingin. Pada saat proses penyerapan panas lingkungan berlangsung terjadi gangguan pada mesin pendingin. Awalnya koki hendak memasak dan mengambil bahan makanan di ruangan pendingin dan ternyata bahan makanan tersebut tidak sesuai keinginan koki. Koki merasa suhu ruangan pendingin daging dan ikan berbeda. Kemudian koki melapor kepada masinis dan kemudian masinis diikuti oiler dan cadet melakukan pengecekan. Ternyata terjadi kenaikan temperature yang pada ruang pendingin meet & fish menjadi +20C yang awalnya mampu mencapai -180C dan pada ruang -vegetable mencapai suhu +150C yang awalnya mampu mencapai suhu +20C. Pertama-tama pengecekan terhadap evaporator kemudian dilakukan pembersihan dikarenakan timbul bunga es yang tebal pada evaporator. Tetapi sebelum melakukan pembersihan tersebut mesin pendingin harus dimatikan terlebih dahulu. Setelah selesai kemudian mesin pendingin dihidupkan kembali. Seperti biasa setelah ditunggu kurang lebih 12 jam ruangan tersebut tidak mengalami perubahan suhu.

B. Analisis Hasil Penelitian

Untuk mengetahui dan menentukan faktor-faktor yang mendukung maupun yang menyebabkan menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator di MV. Asike Global dilakukan analisis menggunakan metode penelitian Fishbone, yaitu:

1. Faktor apa saja yang menyebabkan menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator?

a. Automatic defrasi tidak bekerja dengan baik.

Mesin pendingin makanan dilengkapi dengan sistem defrost, baik secara manual maupun secara otomatis atau timer yang berfungsi untuk mencairkan bunga es yang menimbun di evaporator. Pada saat pengamatan defrost tidak dapat melakukan pencairan bunga es dikarenakan defrost timer yang rusak dan tidak dapat melakukan defrosting dengan otomatis sehingga menyebabkan bunga es pada sirip-sirip evaporator tidak dapat dicairkan sehingga mengganggu proses -evaporasi.

b. Kotornya pipa condenser

Kondensor ini mempunyai bentuk seperti cooler yang didalamnya terdapat pipa-pipa kapiler tempat mengalirnya freon sebagai zat pendingin dan air laut sebagai media pendingin. Didalam condenser terjadi proses pendinginan, dimana terjadi penyerapan panas dari gas freon ke air laut pendingin sehingga dihasilkan freon cair. Namun pengamatan penulis pada mesin pendingin setelah dipakai beberapa lama, permukaan pipa-pipa kapiler terjadi pengendapan kotoran yang disebabkan oleh bahan-bahan mineral dan kotoran-kotoran yang ikut bersama air laut. Kemudian melekat ke permukaan pipa-pipa kapiler.

c. Kebocoran pada system Freon

Pada instalasi mesin pendingin, freon merupakan suatu zat yang terpenting. Freon berfungsi sebagai fluida yang digunakan untuk menyerap panas dari udara pada ruang pendingin sehingga suhu di dalam ruangan tersebut menjadi rendah atau dingin. Dalam proses pendinginan, kebocoran pada pipa-pipa instalasi dapat menyebabkan berkurangnya freon dalam sistem pendingin dan akan mengganggu proses penyerapan panas sehingga suhu ruangan menjadi panas. Berikut cara mengetahui kebocoran Freon di pipa evaporator:

- 1) Mengamati semua bagian pipa yang dicurigai terjadi kebocoran.
- 2) Memeriksa dengan menggunakan air sabun dengan menempelkan busa air sabun pada pipa.

d. Gangguan pada dryer.

Dryer memiliki fungsi untuk menyaring freon dari kotoran dan air yang dapat menghambat sirkulasi mesin pendingin. Komponen pada dryer yang berfungsi untuk menyaring kotoran adalah filter, apabila dryer filter tidak bekerja dengan baik maka kotoran dan air akan ikut beredar dalam sistem pendingin. Hal ini dapat mengakibatkan komponen lain seperti thermostatic expansion valve akan mengalami gangguan yaitu terjadi penyumbatan yang disebabkan oleh bunga es dari air yang membeku dan akan mengganggu proses penyerapan panas pada evaporator. Pada saat

pengamatan penulis menemukan bahwa filter pada dryer dalam kondisi hancur.

e. Kondisi sirip evaporator kotor

Freon memanfaatkan permukaan pipa-pipa coil evaporator sebagai tempat penyerapan panas lingkungan. Ketika terdapat kotoran pada pipa coil evaporator akan tertutupi oleh kotoran yang membeku (bunga es). Kotoran yang berada di sirip-sirip evaporator akan menyebabkan sirkulasi udara tidak lancar. Dan embun air yang terkandung pada udara akan terjebak sehingga lama kelamaan akan terjadi penimbunan bunga es. Pada saat pengamatan penulis mengamati terdapat debu yang menempel pada sirip-sirip evaporator.

2. Dampak apa saja yang ditimbulkan akibat menurunnya kerja evaporator pada mesin refrigerator?

a. Terjadinya bunga es

Terjadinya bunga es adalah masalah yang paling sering dijumpai pada evaporator mesin pendingin makanan. Hal ini terjadi bila suhu permukaan pipa bersuhu lebih rendah dari 0oC (temperatur beku air). Udara yang beredar memiliki kadar air didalamnya jadi saat udara bersentuhan dengan coil evaporator yang dingin, udara akan mengembun dan akan membentuk embun beku disekitar coil. Lapisan es akan mencegah perpindahan panas lebih lanjut.

b. Bahan makanan busuk

Pada saat mesin pendingin tidak bekerja dengan optimal akan mengakibatkan naiknya suhu pada ruang pendingin makanan yang semula dapat mencapai suhu yang rendah dan dingin akan berubah menjadi suhu yang tinggi dan panas, pada saat ruang pendingin panas akan mempercepat pertumbuhan organisme bakteri pada bahan makanan. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya pembusukan pada makanan.

3. Upaya apa saja yang dilakukan untuk mengatasi penyebab menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator?

a. Melakukan pemeriksaan dan perbaikan pada pipa yang bocor.

Bila terjadi kebocoran freon dari sistem langkah yang harus dilakukan adalah dengan menghentikan kebocoran tersebut. Untuk kebocoran yang terjadi pada pipanya dapat dilakukan dengan melakukan pengelasan. Hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan perbaikan sistem freon adalah mematikan lebih dahulu sistem mesin pendingin dengan melakukan pumping down (mengumpulkan freon di dalam kondensor).

b. Melakukan sistem perawatan dan perbaikan sesuai dengan Manual Book

Dalam pengoperasian suatu permesinan diatas kapal diperlukan suatu sistem yang mengatur tentang perawatan dan pemeliharaan bagian-bagian utama pada permesinan tersebut. Hal ini diperlukan untuk menghindari terjadinya masalah yang dapat menghambat kerja dari mesin tersebut. Selain itu sistem pemeliharaan yang dilakukakan secara terencana dan berkala, juga dapat memperpanjang usia pakai suatu kapal sehingga dapat menambah produktifitas kapal tersebut.

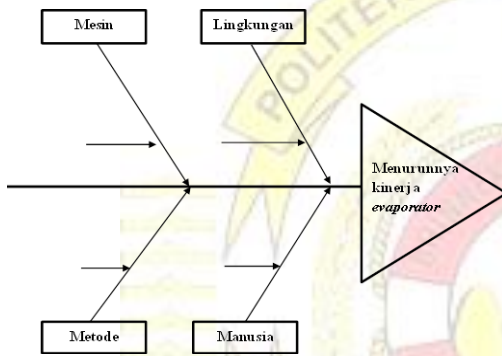
C. Pembahasan

Dalam pembahasan ini akan dicari faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator di MV. ASIKE GLOBAL, pertama-tama peneliti akan mencoba menggunakan metode penelitian fishbone analysis. Karena sangat tepat untuk mencari penyebab suatu permasalahan. Pendekatan metode fishbone analysis yang digunakan untuk menjabarkan upaya-upaya dan usaha-usaha yang dilakukan untuk mengetahui penyebab menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator di kapal MV. ASIKE GLOBAL.

1. Penyebab menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator.

Faktor-faktor yang berpotensi menentukan adalah sebagai berikut.

- a. Mesin
- b. Metode
- c. Lingkungan
- d. Manusia



Gambar 4.1 Bagan fishbone analysis

Faktor-faktor penyebab menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator.

a. Faktor mesin

Gangguan pada dryer. Dryer memiliki fungsi untuk menyaring freon dari kotoran dan air yang dapat menghambat sirkulasi mesin pendingin. Komponen pada dryer yang berfungsi untuk menyaring kotoran adalah filter, apabila dryer filter tidak bekerja dengan baik maka kotoran dan air akan ikut beredar dalam sistem pendingin. Hal ini dapat mengakibatkan komponen lain seperti thermostatic expansion valve akan mengalami gangguan yaitu terjadi penyumbatan yang disebabkan oleh bunga es dari air yang membeku dan akan mengganggu proses penyerapan panas pada evaporator. Pada saat pengamatan penulis menemukan bahwa filter pada dryer dalam kondisi hancur.

b. Faktor metode

Faktor metode meliputi tata cara perawatan, proses penanggulangan masalah, inspeksi yang dilakukan, Pengaplikasian prosedur kerja planned maintenance system yang dilakukan di atas kapal, Berikut ini beberapa kendala pada faktor metode yang menyebabkan menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator, yaitu kurangnya maintenance terhadap komponen-komponen evaporator..

c. Faktor Lingkungan

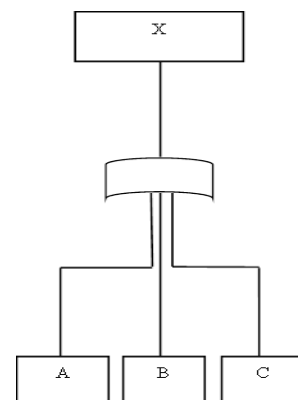
Terjadinya kebocoran freon dari sistem. Pada instalasi mesin pendingin, freon merupakan suatu zat yang terpenting. Freon berfungsi sebagai fluida yang digunakan untuk menyerap panas dari udara pada ruang pendingin sehingga suhu di dalam ruangan tersebut menjadi rendah atau dingin. Dalam proses pendinginan, kebocoran pada pipa-pipa instalasi dapat menyebabkan berkurangnya freon dalam sistem pendingin dan akan mengganggu proses penyerapan panas sehingga suhu ruangan menjadi panas. kapasitas pendinginan.

d. Faktor Manusia

Manusia memegang peran paling penting diantara faktor-faktor yang lain, dikarenakan manusia menjadi pihak utama yang bertanggung jawab terhadap kerja evaporator dan perawatannya.. Selain itu engineer yang bertanggung jawab terhadap mesin pendingin harus memiliki kemampuan yang faham dalam melakukan pengoperasian, perawatan maupun perbaikan apabila terdapat kerusakan pada sistem pendingin. Namun tidak sedikit juga engineer yang kurang menguasai ketiga poin tersebut, karena belum menguasai sepenuhnya tentang mesin pendingin. Berdampak pada proses perawatan (maintenance) yang tidak sesuai dengan prosedur yang seharusnya dilakukan.

Dari data tersebut, maka penyebab menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator. Untuk hasil dari pengamatan mengenai faktor-faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator adalah gangguan pada dryer. terjadinya kebocoran freon dari sistem, dan kurangnya perawatan dan perbaikan.

Dalam penelitian ini untuk menganalisa data yang didapat, penulis menggunakan metode fault tree analysis, sehingga dalam pemecahan masalah yang akan diteliti dapat diselesaikan dengan menggunakan metode fault tree analysis, dalam penelitian skripsi ini didapati beberapa top event dari hasil identifikasi menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator. Berikut adalah gambar diagram pohon kesalahan dari identifikasi menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator.



Gambar 4.2 Pohon Kesalahan Identifikasi menurunnya kinerja evaporator

Keterangan:

- X : Menurunnya kinerja evaporator.
- A : Gangguan pada dryer.
- B : Terjadinya kebocoran Freon dari sistem
- C : Kurangnya perawatan dan perbaikan.

Tabel 4.1 Tabel kebenaran basic event

Gangguan pada dryer	Terjadinya kebocoran freon dari sistem	Kurangnya perawatan dan perbaikan	Output
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	1
0	0	1	1
1	1	1	1

Sumber: Dokumen Pribadi

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa ada beberapa faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator. pertama adalah gangguan pada dryer. yang kedua adalah terjadinya kebocoran freon dari sistem. dan yang ketiga adalah kurangnya perawatan dan perbaikan. Dari ketiga permasalahan tersebut jika salah satu masalah muncul dapat mengakibatkan menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator.

1. Penyebab gangguan pada dryer

Setelah fault tree dari turunnya kinerja evaporator diketahui, maka selanjutnya membuat fault tree dari top event yang sudah terbentuk.

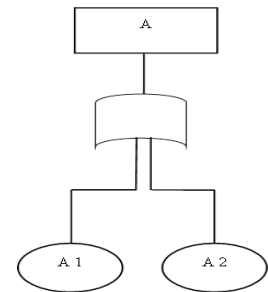
Diketahui beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya gangguan pada dryer. Pada umumnya gangguan yang terjadi pada filter adalah penyumbatan terhadap saringan kasa halus oleh kerak-kerak akibat korosi, gram-gram akibat keausan silinder, piston dan ring piston kompresor.

Sedangkan kelainan yang terjadi pada dryer terjadi karena berkurangnya kemampuan silicagel untuk menyerap kandungan air didalam Freon.

a. Analisa top event yang pertama adalah penyebab terjadinya gangguan pada dryer.

Gambar di bawah ini menunjukkan keterangan sebagai berikut:

- A : Gangguan pada dryer.
- A1 : Penyumbatan kerak-kerak akibat korosi.
- A2 : Berkurangnya kemampuan silicagel.



Gambar 4.3 Pohon Kesalahan Top Event A.

Jadi permasalahan yang menyebabkan gangguan pada dryer adalah 1 karena penyumbatan kerak-kerak akibat korosi 1 berkurangnya kemampuan silicagel, jadi outputnya 1 dryer tersumbat atau kemampuan berkurang.

Tabel 4.2 Tabel kebenaran gangguan pada dryer

Penyumbatan kerak-kerak akibat korosi	Kurangnya kemampuan silicagel	Output
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Sumber: Dokumen Pribadi

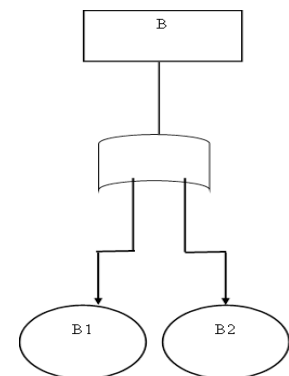
1) Terjadinya kerak akibat korosi.

Pada umumnya gangguan yang terjadi pada filter adalah penyumbatan terhadap saringan kasa halus oleh kerak-kerak akibat korosi, gram-gram akibat keausan silinder, piston dan ring piston kompresor.

2) Berkurangnya kemampuan silicagel.

Silicagel salah satu bahan pengering yang sering digunakan pada mesin refrigerasi, jenis ini berbentuk butiran-butiran kecil berwarna putih atau kebiru-biruan.

b. Analisa penyebab top event yang kedua adalah terjadinya kebocoran Freon dari sistem.



Gambar 4.4 Pohon Kesalahan Top Event B

- Keterangan :
- B : Kebocoran Freon dari sistem.
 - B1 : Pipa yang bocor.
 - B2 : Baut kendur.

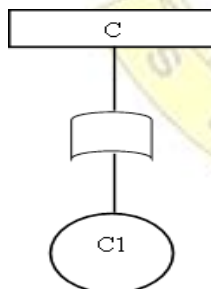
Jadi permasalahan pada kebocoran freon dari sistem 1 pipa bocor 1 pipa patah jadi outputnya 1 bahan material yang tidak sesuai.

Tabel 4.3 Tabel kebenaran kebocoran Freon dari sistem

Pipa Bocor	Baut kendur	Output
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Sumber: Dokumen pribadi

- 1) Kebocoran pipa
Seiring dengan operasional yang terus menerus adakalanya freon yang ada dalam sistem dapat berkurang jumlahnya. Berkurangnya freon dari sistem terjadi karena adanya kebocoran.
- 2) Baut yang kendur
Baut merupakan penghubung antara 2 benda. Tanpa adanya baut maka kedua benda tidak dapat berdiri tegak atau disambungkan.
- c. Analisa penyebab *top event* yang ketiga adalah kurangnya perawatan dan perbaikan.



Gambar 4.5 Pohon Kesalahan *Top Event C*

- Keterangan :
- C : Kurangnya perawatan dan Perbaikan.
 - C1 : Perawatan dan perbaikan tidak Sesuai SOP.

Tabel 4.4 Tabel kebenaran kurangnya perawatan dan perbaikan.

Perawatan dan perbaikan tidak sesuai dengan SOP (<i>standart operational procedure</i>)	Output
0	0

1	1
---	---

Sumber: Dokumen pribadi

- 1) Kurangnya perawatan dan perbaikan
Dalam pengoperasian suatu permesinan diatas kapal diperlukan suatu sistem yang mengatur tentang perawatan dan pemeliharaan bagian-bagian utama pada permesinan tersebut.
 - 2) Menjaga kesiapan mesin mendekati batas umur maksimal pemakaian.
 - 3) Menekan biaya perawatan
 - 4) Mencegah kerusakan.
 - 5) Menjaga keselamatan kerja operator.
2. Dampak yang ditimbulkan dari menurunnya kinerja evaporator pada mesin refrigerator.

a. Terjadinya bunga es

Terjadinya bunga es adalah masalah yang paling sering dijumpai pada evaporator mesin pendingin makanan. Bunga es yang menempel pada pipa coil evaporator ini disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor dari dalam sistem dan faktor dari luar sistem. Faktor dari dalam dipengaruhi oleh tingkat kelembaban udara (humidity) yang akan mempengaruhi kandungan air di dalam udara tersebut, dan juga berasal dari uap bahan makanan yang didinginkan karena bahan makanan tersebut akan melepaskan panas dan panas tersebut akan diserap oleh pipa coil evaporator karena adanya sirkulasi udara dingin setelah melewati pipa coil evaporator di dalam ruang dingin.

b. Bahan makanan busuk

Pada umumnya suhu ruang pada bahan makanan sayur dan buah di antara 0oC - 5oC dan suhu ruang pada bahan makanan daging di antara -15oC - (-17oC). Pada saat mesin pendingin tidak bekerja dengan optimal akan mengakibatkan naiknya suhu pada ruang pendingin makanan. Suhu ruang pendingin yang semula dapat mencapai suhu yang rendah dan dingin akan berubah menjadi suhu yang tinggi dan panas, pada saat ruang pendingin panas akan mempercepat pertumbuhan organisme bakteri pada bahan makanan.

3. Upaya yang dilakukan agar kinerja *ecaporator* kembali normal.

Melakukan pemeriksaan dan perbaikan pada pipa yang bocor.

Bila terjadi kebocoran freon dari sistem langkah yang harus dilakukan adalah dengan menghentikan kebocoran tersebut. Bila kebocoran terjadi pada nipel sambungan pipa dapat dilakukan dengan membongkar nipel tersebut dan memperbaikinya. Untuk kebocoran yang terjadi pada pipanya dapat dilakukan dengan melakukan pengelasan. Hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan perbaikan sistem freon adalah mematikan lebih dahulu sistem mesin pendingin dengan melakukan *pumping down*. Berikut adalah cara melakukan *pumping down*.

- a. Menutup katup keluarnya Freon dari kondensor
- b. Biarkan kompresor berjalan terus secara otomatis, ketika tekanan isap kompresor 0,2 kg/cm² maka kompresor akan mati.

- c. Setelah kompresor mati, matikan sumber arus listrik pada panel switchboard dan tutup semua katup isap dan tekan kompresor dan katup masuknya freon ke kondensor.
- d. Setelah selesai pumping down (pengumpulan freon), matikan pompa air pendingin kondensor. Setelah freon terkumpul dalam kondensor, langkah selanjutnya adalah perbaikan sistem perpipaan yang mengalami kebocoran dapat dilakukan.

[5]. Tim Penyusun Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang, 2018, Buku Pedoman Panduan Skripsi, Semarang.

V. KESIMPULAN

Setelah melaksanakan analisa masalah dan dilakukan pembahasan terhadap data yang diperoleh, maka ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut::

1. Penyebab menurunnya kerja evaporator pada mesin refrigerator yaitu gangguan pada dryer yang disebabkan karena penyumbatan kerak atau korosi sehingga menyebabkan dryer filter tidak bekerja dengan baik. Kebocoran freon dari sistem juga dapat menyebabkan menurunnya kinerja evaporator.
2. Dampak yang ditimbulkan akibat menurunnya kerja evaporator pada mesin refrigerator yaitu terjadinya bunga es pada evaporator, hal ini dapat terjadi bila suhu permukaan pipa lebih rendah dari 0°C, lapisan es akan mencegah perpindahan panas lebih lanjut. Dampak yang lain adalah bahan makanan menjadi busuk, pada saat mesin pendingin tidak berjalan optimal akan mengakibatkan naiknya suhu ruang pendingin yang semula dapat mencapai suhu rendah dan dingin menjadi suhu yang tinggi dan panas. Hal ini dapat menyebabkan pembusukan pada makanan.
3. Upaya yang dilakukan yaitu dengan melakukan pemeriksaan dan perbaikan pada pipa yang bocor dan melakukan standart perawatan dan perbaikan sesuai dengan Manual Book sehingga evaporator dapat kembali bekerja dengan optimal dan dapat mencapai suhu yang diinginkan.

Berdasarkan analisa data dan hasil pembahasan, maka Penulis menyarankan untuk:

1. Sebaiknya dilakukan pengecekan terhadap jumlah freon melalui gelas duga dan lakukan pengetesan kebocoran terhadap freon untuk mengantisipasi kebocoran lebih dini.
2. Ada baiknya temperatur pada ruang pendingin dipantau dan direcord setiap 4 jam, ini bertujuan seandainya mesin refrigerator bermasalah, agar dapat mengantisipasi membusuknya bahan makanan.
3. Seyogyanya perwira mesin melakukan standart perawatan dan perbaikan pada mesin refrigerator, sesuai dengan Manual Instruction Book

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Berman, Ega Taqwali, 2013, Teknik Pendingin, Konsorsium Sertifikasi Guru, Jakarta.
- [2]. Hartono, 2009, Faktor Penyebab Tidak Tercapainya Suhu Kamar Pendingin Bahan Makanan Dikapal Mt. Dewi Sri, Semarang.
- [3]. Sugiyono, 2009, Metode Kuantitatif Kualitatif dan R&D, Alfabeta, Bandung.
- [4]. Sumanto, 2004, Dasar-Dasar Mesin Pendingin, PT. Andi Yogyakarta, Yogyakarta.