

**IDENTIFIKASI KERUSAKAN *COMPRESSOR* PADA
REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK
OPTIMALNYA PROSES PENDINGIN BAHAN MAKANAN
DENGAN METODE FTA DI MV. ENERGY MIDAS**



SKRIPSI

**Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Terapan Pelayaran**

Disusun Oleh :

ARI HIDAYAT
NIT. 49124621 T

PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2017

**IDENTIFIKASI KERUSAKAN *COMPRESSOR* PADA
REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK
OPTIMALNYA PROSES PENDINGIN BAHAN MAKANAN
DENGAN METODE FTA DI MV. ENERGY MIDAS**



SKRIPSI

**Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Terapan Pelayaran**

Disusun Oleh :

ARI HIDAYAT
NIT. 49124621 T

PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

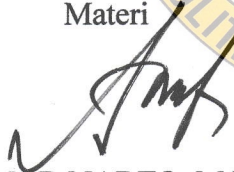
IDENTIFIKASI KERUSAKAN *COMPRESSOR* PADA REFRIGERATOR
YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALNYA PROSES PENDINGIN
BAHAN MAKANAN DENGAN METODE FTA DI MV. ENERGY MIDAS

DISUSUN OLEH :

ARI HIDAYAT
NIT. 49124621 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan
Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
Semarang, 15/02..... 2017

Dosen Pembimbing I
Materi



H. AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E
Pembina, IV/a
NIP. 19641212 199808 1 001

Dosen Pembimbing II
Metodelogi dan Penulisan



BUDI JOKO RAHARJO, M.M.
Penata Tingkat 1, III/d
NIP. 19740321 199808 1 001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika



H. AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E
Pembina, IV/a
NIP. 19641212 199808 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI KERUSAKAN *COMPRESSOR* PADA REFRIGERATOR
YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALNYA PROSES PENDINGIN
BAHAN MAKANAN DENGAN METODE FTA DI MV, ENERGY MIDAS

Disusun Oleh:

ARI HIDAYAT
NIT. 49124621 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan
Dewan penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
Dengan nilai..... pada tanggal...../...../2017

Penguji I

Penguji II

Penguji III

DWI PRASETO, M.M, M.Mar,E
Penata Tingkat 1, III/d
NIP. 19741209 199808 1 001

H. AMAD NARTO, M.Mar.E., M. Pd
Pembina, IV/a
NIP. 19641212 199808 1 001

BUDI JOKO RAHARJO, M.M
Penata Tingkat 1, III/d
NIP. 19740321 199808 1 001

Dikukuhkan oleh:

DIREKTUR POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG

Capt. WISNU HANDOKO, M.Sc., M.Mar
Pembina, VI/a
NIP. 19731031 199903 1 002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ari Hidayat

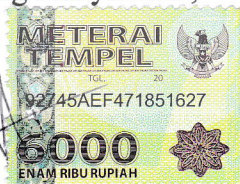
NIT : 49124621.T

Program Studi : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul “Identifikasi Kerusakan Compressor Pada Refrigerator Yang Menyebabkan Tidak Optimalnya Proses Pendingin Bahan Makanan Di My. Energy Midas” adalah benar hasil karya saya bukan jiplakan / plagiat skripsi dari orang lain dan saya bertanggung jawab kepada judul maupun isi dari skripsi ini. Bilamana terbukti merupakan jiplakan dari orang lain maka saya bersedia untuk membuat skripsi dengan judul baru dan atau menerima sanksi lain.

Semarang, 15/02/2017

Yang menyatakan,



ARI HIDAYAT
NIT. 49124621.T

MOTTO

“Kerja Keras, Sabar, Optimisme, Semangat dalam setiap nafas, adalah kunci untuk bisa menggapai kesuksesan”

“Dalam setiap permasalahan selalu ada jalan terang di depan”

“Dalam hidup, tak perlu kita harus selalu kencang untuk berlari, terkadang kita juga perlu berjalan santai”

“Renungkanlah tentang apa saja yang telah kita perbuat sebagai cermin dari diri kita dan jadikan sebagai penuntun untuk menjadi pribadi yang lebih baik”

“Bermimpilah setinggi mungkin, dan tanamkankan keyakinan bahwa kita bisa meraihnya, demi kebahagiaan orang - orang yang kita cintai”

“Selalu berdoa dan berusaha untuk menggapai Sukses Dunia dan Akhirat”

“Terima penilaian orang terhadap diri kita, karena penilaian itu yang akan membuat kita menjadi seorang yang lebih baik”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selain itu dalam pelaksanaan penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mempersembahkan skripsi yang telah penulis susun ini kepada :

- Ayah dan Ibu tercinta, Sukir dan Siti Kholidah yang selalu memberikan cinta dan kasih sayang, serta adik-adikku, Novian Abdul dan Keisha Zahra yang selalu menjadi motivasi.
- Bapak H. Amad Narto, M.Pd, M.Mar.E selaku dosen pembimbing materi.
- Bapak Budi Joko Raharjo, M.M. selaku dosen pembimbing metode penulisan.
- Para dosen pengajar dan perwira yang telah membantu penulis selama menjalani pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Anis Retnowati yang selalu memberi perhatian, semangat serta doa.
- Teman-teman saya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang mana telah membantu saya dalam hal apapun.
- Pada pembaca yang budiman semoga skripsi ini dapat bermanfaat dengan baik.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Kerusakan *Compressor* Pada Refrigerator Yang Menyebabkan Tidak Optimalnya Proses Pendingin Bahan Makanan Dengan Metode Fta Di Mv. Energy Midas”

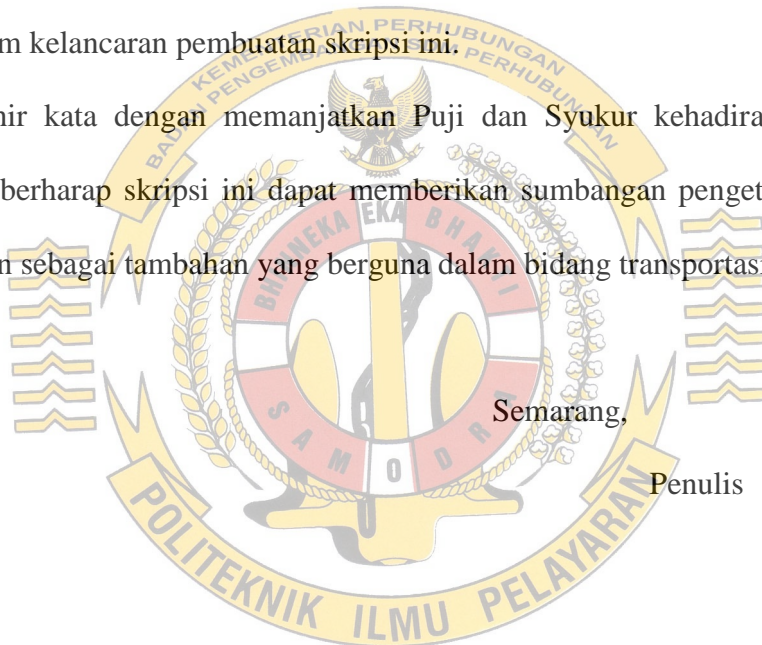
Maksud dan tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Profesional Sarjana Sains Terapan dalam bidang Teknika dan sebagai tugas akhir program Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat :

1. Capt. Wisnu Handoko, M.Sc., M.Mar selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. H. Amad Narto, M. Mar.E, M. Pd. selaku Ketua Program Studi Teknika dan selaku Dosen Pembimbing Materi skripsi, terima kasih atas bimbingan, arahan, serta bantuanya dalam pengerjaan skripsi.
3. Budi Joko Raharjo, M.M selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penulisan skripsi, terima kasih atas bimbingan, arahan, serta bantuanya dalam pengerjaan skripsi.
4. Orang Tua Penulis, Bapak Sukir dan Ibu Siti Kholidah serta Adikku Novian Abdul dan Keisha Zahra yang selalu memberikan doa restu dan semangat.

5. PT. Karya Sumber Energy (KSE) yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan praktek layar.
6. Segenap awak kapal MV. Energy Midas yang telah memberikan ilmu dan keterampilan pada penulis selama praktek berlayar.
7. Teman-teman kelas T VIII C yang selalu membantu memberikan motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang membantu dalam kelancaran pembuatan skripsi ini.

Akhir kata dengan memanjatkan Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan ataupun wawasan sebagai tambahan yang berguna dalam bidang transportasi laut.



Semarang,

2017

Penulis

ARI HIDAYAT
NIT. 49124621 T

DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN	
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
ABSTRAKSI.....	xi
ABSTRAKSI BAHASA INGGRIS.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang.....	1
B. Perumusan masalah.....	4
C. Batasan masalah.....	4
D. Tujuan penelitian.....	5
E. Manfaat penelitian.....	5
F. Sistematika penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan pustaka.....	9
B. Kerangka pikir penelitian.....	20

	C. Definisi operasional.....	21
BAB III	METODE PENELITIAN	
	A. Jenis metode penelitian	22
	B. Waktu dan tempat penelitian.....	28
	C. Data yang diperlukan.....	29
	D. Metode pengumpulan data	30
	E. Teknik analisa data.....	32
	F. Rancangan penelitian.....	35
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	A. Gambaran umum obyek yang diteliti	36
	B. Analisa hasil penelitian	38
	C. Pembahasan masalah.....	42
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan.....	61
	B. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN GAMBAR		
LAMPIRAN WAWANCARA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

ABSTRAKSI

Ari Hidayat, NIT : 49124621.T, 2017 "*Identifikasi Kerusakan Compressor pada Refrigerator yang Menyebabkan tidak Optimalnya proses Pendingin Bahan Makanan dengan Metode FTA di MV. Energy Midas*", Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: H. Amad Narto, M. Mar.E, M. Pd, Pembimbing II: Budi Joko Raharjo, M.M.

Refrigerator adalah suatu rangkaian mesin atau pesawat yang mampu bekerja untuk menghasilkan suhu atau temperatur dingin (temperatur rendah). Selain untuk mengawetkan makanan dan sebagai penyejuk udara di dalam ruangan, mesin pendingin juga memiliki kegunaan-kegunaan lainnya yang lebih spesifik. Didalam *refrigerator* terdapat *compressor* sebuah alat yang berfungsi untuk menaikkan tekanan *refrigerant* dan menyalurkan gas *refrigerant* ke seluruh system *refrigerator*. Jika dianalogikan, cara kerja *compressor Refrigerator* layaknya seperti jantung di tubuh manusia.

Dalam penulisan skripsi ini penulis mempunyai beberapa rumusan masalah yang menjadi tujuan penulisan yaitu: Apakah faktor penyebab kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan dan bagaimana cara perawatan *compressor* pada *refrigerator* agar proses pendingin bahan makanan bekerja secara optimal. Sekuat apapun konstruksi sebuah mesin alat pendingin yang dirancang namun apabila terjadi kerusakan *compressor* pada *refrigerator* akan menyebabkan bahan makanan tidak segar. Dan tanpa adanya perawatan pelumasan yang rutin pada semua bagian yang bergerak maka mesin tidak akan bekerja secara maksimal. Mengingat pentingnya *compressor* pada *refrigerator* tersebut harus dirawat dengan baik. Dalam hal ini penulis menggunakan pendekatan metode *fault tree analysis*, dimana metode ini cukup efektif untuk mengetahui akar permasalahan yang akan diselesaikan. *Fault tree analysis* adalah model yang memungkinkan untuk menyortir kombinasi logis dari kesalahan yang dapat menyebabkan peristiwa utama yang saling berkaitan selanjutnya peristiwa itu disebut *top event*. Dari *top event* kemudian akan merinci dan menjadi sebab-sebab suatu *top event* kemudian sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*).

Pada kesimpulan dan saran dikemukakan tentang pentingnya perawatan dan pemeriksaan secara rutin terhadap semua bagian mesin penunjang kinerja dari *Refrigerator* demi membuat kinerja mesin menjadi optimal dan agar selalu melakukan pekerjaan sesuai dengan *Intruccion Manual book* agar dapat mencegah masalah serupa terjadi dan apabila perusahaan maupun crew kapal sudah mengerti cara penanganan dari masalah tersebut.

Kata Kunci : *Compressor* pada *Refrigrator*, identifikasi kerusakan, *Fault tree analysis*

ABSTRACT

Ari Hidayat, NIT: 49124621.T, 2017 *"Identification of the Refrigerator Compressor Damage Causing Cooling process Optimally not Foodstuffs with FTA Method in MV. Energy Midas "*, Diploma Program IV, Program Technical, Semarang Merchant Marine Polytechnic, Supervising I: H. Amad Narto, MPd., M.Mar.E Supervising II: Budi Joko Raharjo, M.M.

Refrigerator is a series of engine or aircraft capable of working to produce a temperature or cold temperature (low temperature). In addition to preserve food and as the air conditioning in the room, conditioning machines also have other uses more specific. In the refrigerator compressor are a tool that serves to raise the pressure to deliver gas refrigerant and refrigerant throughout the refrigeration system. If the analogy, how the Refrigerator compressor just like the heart in the human body.

In writing this essay, the writer has some problem formulation is the purpose of writing is: What are the factors causing damage to the compressor on the refrigerator that cause is not optimal cooling process groceries and how to treat the compressor on the refrigerator so that the cooling process works optimally groceries. No matter how strong the construction of an engine cooling device designed but if there is damage to the refrigerator compressor will cause food ingredients are not fresh. And without any lubrication routine maintenance on all moving parts, the machine will not work optimally. Given the importance of the compressor on the refrigerator must be treated properly. In this case the author uses the method of fault tree analysis approach, which is quite effective method to determine the root of the problem will be resolved. Fault tree analysis is a model that makes it possible to highlight the logical combination of errors that can cause major interrelated events next event is called a top event. From top event then goes on to describe the causes and become a top event and then come to a basic failure (root cause).

In the conclusions and suggestions were given on the importance of maintenance and regular inspections of all parts of the machine supporting the performance of the refrigerator in order to make the performance of the machine to be optimal and to always perform the work in accordance with the intruction Manual book in order to prevent similar problems occur and when the company or crew boats already understand way of handling these problems.

Keyword : Compressor in Refrigerator, damage identification, Fault tree analysis

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Negara Indonesia adalah negara maritim atau negara kepulauan terbesar di dunia, yang terdiri dari ribuan pulau yang terhubung dengan lautan. Transportasi laut memegang peranan yang sangat penting dalam perekonomian Indonesia dan dunia. Peranan alat transportasi sangatlah besar khususnya dalam rangka memperlancar mobilitas barang. Banyak perusahaan besar yang bergerak dalam berbagai bidang dengan bermacam-macam jenis kapal yang tersedia yang memberikan jasa transportasi laut, dan salah satu perusahaan pelayaran dalam bidang pengangkutan segala jenis barang dengan menggunakan kapal *Multi Purpose Vessel (General Cargo)* adalah Karya Sumber Energy yang beralamat di Jl Kali Besar Barat, No.7 RT.006 RW.003 Jakarta Barat Indonesia yang beroperasi di Benua Asia, pada umumnya muatan yang dikirim oleh pemilik muatan berupa Batu Bara dan lain-lain. Semua kapal niaga didukung dengan adanya *main engine*, *auxiliary engine* dan *auxiliary machinery*. Salah satu *auxiliary machinery* yang tidak kalah pentingnya dengan peranan *main engine*, dan *auxiliary engine* di kapal adalah peranan mesin pendingin (*refrigerator*).

Kapal tidak akan mampu berlayar jauh atau dalam waktu yang lama jika tanpa adanya alat atau permesinan yang menunjang ketersediaan dan kualitas bahan makanan di kapal. Selain ketersediaan dan kualitas bahan makanan sebagai bekal Anak Buah Kapal (ABK) selama pelayaran, kapal harus mampu membawa

muatan berupa bahan makanan, obat-obatan, minuman ke pelabuhan tujuan dalam keadaan tetap bagus (tidak rusak). Salah satu alat permesinan tersebut adalah *refrigerator* atau mesin pendingin, *refrigerator* adalah mesin pendingin yang berfungsi untuk mengawetkan bahan makanan dengan cara menyimpan di dalam ruangan dingin yang harus dijaga suhunya disesuaikan dengan sifat bahan yang disimpan, agar bahan makanan selalu dalam kondisi segar.

Temperatur atau suhu pendinginan untuk masing-masing bahan makanan berbeda-beda, hal ini tergantung dari karakteristik dari jenis-jenis bahan makanan. Bahwa pada suhu rendah 4 – 7°C adalah batas suhu yang paling baik dimana jasad renik (bakteri) sukar berkembang biak, sehingga makanan akan lebih tahan lama. Dengan adanya mesin pendingin (*refrigerator*) di atas kapal maka bahan makanan akan tetap terjaga kualitasnya dan tidak akan cepat membusuk. Berdasarkan pengalaman penulis selama bertugas menjadi cadet di MV. Energy Midas, didapat bahwa mesin pendingin mengalami gangguan atau kerusakan pada sistemnya. Maka dari itu diperlukan adanya perawatan dan perbaikan pada komponen-komponennya berdasarkan jam kerja dari mesin pendingin tersebut. Untuk itulah seorang masinis harus memahami dan mengerti prinsip kerja dari instalasi mesin pendingin, bagian-bagian utama, alat-alat pengaman dan alat-alat kontrol yang harus ada dalam sistem pendingin tersebut. Adapun bagian-bagian dari mesin pendingin (*refrigerator*) yaitu *compressor*, *condensor*, *oil separator*, *dryer*, *expansion valve*, *evaporator*, *fan*, sistem saluran *refrigerator*, dan sistem kontrol listriknya.

Gangguan yang sering terjadi pada mesin pendingin di MV. Energy Midas yaitu bagian *compressor* yang berfungsi untuk menaikkan tekanan dari uap *refrigeran* sehingga tekanan pada *kondensor* lebih tinggi dari *evaporator* yang menyebabkan kenaikan temperatur dari *refrigeran*. *compressor* dirancang dan

diproduksi untuk dapat dipakai dalam jangka waktu yang lama, karena *compressor* merupakan jantung utama dari sistem *refrigerasi* kompresi uap dan juga kapasitas *refrigerasi*. Suatu mesin *refrigerasi* tergantung pada kemampuan *compressor* untuk memenuhi jumlah gas *refrigeran* yang perlu disirkulasikan. *compressor* berfungsi untuk menghisap uap *refrigeran* yang berasal dari *evaporator* dan menekannya ke *kondensor* sehingga tekanan dan temperturnya akan meningkat ke suatu titik dimana uap akan mengembun pada temperatur media pengembun.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka sebuah kapal harus memiliki mesin pendingin yang memenuhi standar kerja. Melakukan perawatan dan perbaikan sesuai dengan prosedur dan sesuai *manual book* pada bagian-bagian *refrigerator* khususnya pada *compressor* dapat menjadikan bahan makanan seperti sayur-sayuran dan buah-buahan menjadi tetap berkualitas dan selalu dalam keadaan segar, tidak susut dan rasanya tidak berubah. Untuk daging dan ikan yang masih baik adalah tidak lembek, tidak busuk dan saat disimpan dapat membeku seluruhnya dan apabila perlu sampai mengkristal. Syarat sayur dan buah tersebut tetap segar, kita memerlukan suhu penyimpanan antara 2 °C sampai dengan 5 °C, sedangkan untuk penyimpanan daging dan ikan diperlukan suhu kerja antara -15°C sampai dengan -20 °C.

Berdasarkan kondisi-kondisi tersebut, perawatan dan perbaikan mesin pendingin khususnya pada *compressor* yang baik akan mencegah kerusakan atau gangguan pada mesin pendingin. Sehingga bahan makanan akan terjaga kualitasnya dan tidak cepat membusuk. Lebih jelasnya, maka peneliti akan melakukan penelitian dengan judul : “ Identifikasi Kerusakan *Compressor* pada

Refrigerator yang Menyebabkan tidak Optimalnya Proses Pendingin Bahan Makanan dengan metode FTA di MV. Energy Midas”.

B. Perumusan masalah

Dengan memperhatikan pentingnya kegunaan sebuah mesin pendingin diatas kapal maka alat-alat kontrol mesin pendingin perlu dilakukan perawatan secara tepat sehingga mesin dapat bekerja dengan baik. Kenyataannya masih terjadi gangguan-gangguan pada komponen-komponen tertentu dan dengan mencermati latar belakang dan judul di atas, maka saya selaku penulis merumuskan masalah yang meliputi:

1. Apakah faktor penyebab kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan?
2. Bagaimana cara perawatan *compressor* pada *refrigerator* agar proses pendingin bahan makanan bekerja secara optimal?

C. Batasan masalah

Agar pembahasan dalam skripsi ini tetap berfokus pada pokok permasalahan yang diuraikan di atas menjadi terarah, maka penulis memberikan batasan masalah ruang lingkup dalam penelitian ini. Faktor yang membatasi penelitian ini adalah kemampuan peneliti, dana serta jangka waktu penelitian. Dalam hal ini penulis hanya membahas kerusakan *compressor* pada *refrigerator* penyebab terjadinya tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan yang ada di kapal pada umumnya dan MV. Energy Midas pada khususnya, dan bukan *compressor* pada *refrigerator* yang ada di lokasi kerja lain.

D. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian skripsi ini pada mesin pendingin (*refrigerator*) di MV. Energy Midas dengan metode *fault tree analysis* yaitu:

1. Untuk dapat mengidentifikasi penyebab kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan.
2. Mengetahui dan menerapkan perawatan *compressor* pada *refrigerator* agar proses pendingin bahan makanan bekerja secara optimal.

E. Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat secara teoritis
 - a. Dapat menambah wawasan, pengetahuan, pengalaman dan pengembangan pikiran dalam dunia kerja dan memecahkan permasalahan dengan ilmu yang sudah didapat.
 - b. Dapat menganalisa suatu permasalahan dengan lebih kritis dan dapat berfikir cerdas dalam menanggapi suatu permasalahan kerja di atas kapal.
2. Manfaat secara praktis
 - a. Bagi taruna

Sebagai manfaat praktis untuk pengetahuan sebelum melakukan praktek laut, sehingga dapat menambah wawasan pembaca tentang hal-hal yang berkaitan dengan pemuatan muatan curah.
 - b. Bagi pihak *crew*

Sebagai bahan masukan kepada pihak-pihak terkait di atas kapal seperti Masinis, Mandor, Cadet dan *Oiler*, tentang cara menangani kerusakan *compressor* pada *refrigerator* di atas kapal.

c. Bagi perusahaan pelayaran

Dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan yang nantinya dapat bermanfaat untuk membantu para *crew* kapal apabila mendapatkan kesulitan dengan permasalahan yang sama, dan dapat menjadi salah satu acuan bagi para perwira yang akan naik kapal, sehingga mengetahui proses penanganan *compressor* dengan baik dan benar.

F. Sistematika penulisan

Adapun sistematika penulisan skripsi ini dibagi dalam lima bab, dimana masing-masing bab saling berkaitan satu sama lainnya sehingga tercapai tujuan penulisan skripsi ini.

BAB I: PENDAHULUAN

Dalam bab ini menjelaskan mengenai uraian yang melatarbelakangi pemilihan judul, perumusan masalah yang diambil, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Pada bab ini terdiri dari tinjauan pustaka, kerangka pikir penelitian dan define operasional. Tinjauan pustaka berisi teori-teori atau pemikiran-pemikiran serta konsep-konsep yang melandasi judul penelitian. Kerangka pikir penelitian

merupakan pemaparan penelitian kerangka berfikir atau pentahapan pemikiran secara kronologis dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman teori dan konsep. Definisi operasional berisi tentang definisi praktis tentang variabel atau istilah lain dalam penelitian yang dipandang penting.

BAB III: METODE PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan mengenai metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, sumber data, teknis analisis data dan prosedur penelitian.

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN MASALAH

Pada bab ini terdiri dari gambaran umum obyek yang diteliti, analisa masalah dan pembahasan masalah. Gambaran umum obyek yang diteliti adalah gambaran umum mengenai suatu obyek yang diteliti. Analisa masalah berisi pembahasan mengenai hasil-hasil penelitian yang diperoleh. Pembahasan masalah berisi tentang membahas hasil penelitian atau temuan masalah guna memecahkan masalah yang dirumuskan.

BAB V: PENUTUP

Pada bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran. Kesimpulan adalah hasil pemikiran deduktif dari hasil penelitian yang dilakukan secara kronologis, jelas dan singkat. Saran

merupakan sumbangan pemikiran peneliti sebagai alternatif terhadap upaya pemecahan masalah.

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



BAB II

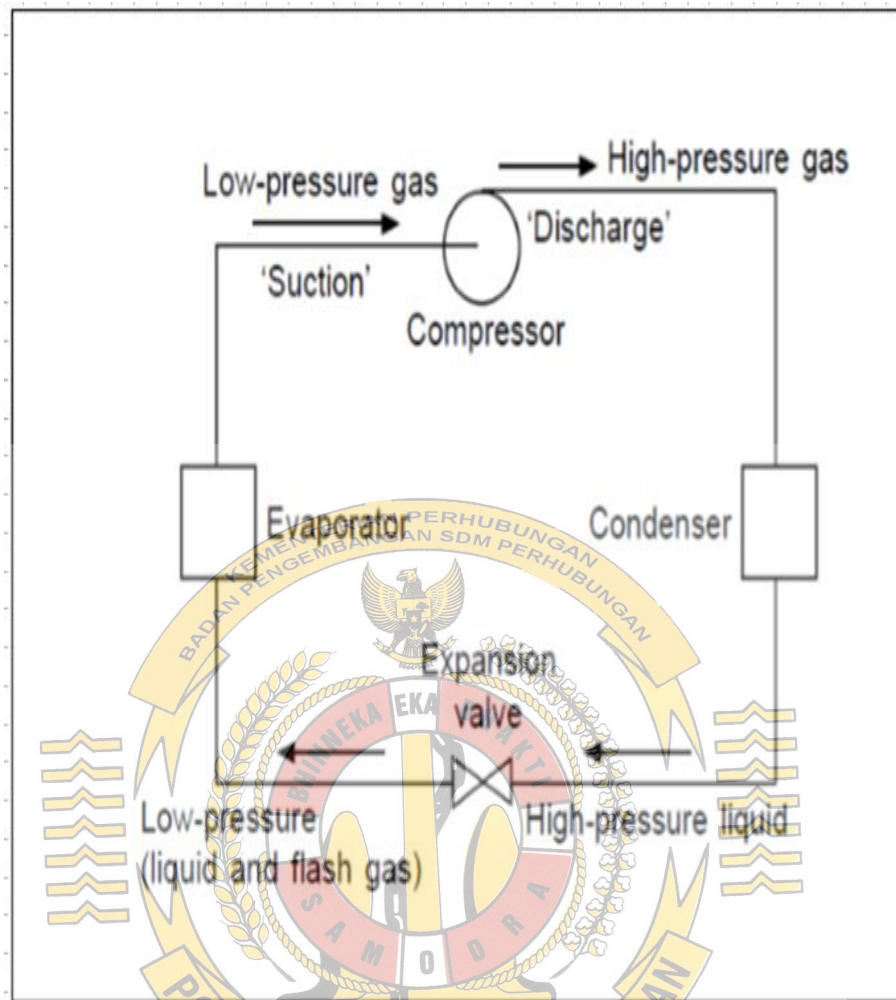
LANDASAN TEORI

A. Tinjauan pustaka

Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari pada penelitian. Sumber tersebut memberikan kerangka atau dasar untuk memahami latar belakang dari timbulnya permasalahan secara sistematis. Landasan teori juga penting untuk mengkaji dari penelitian-penelitian yang sudah ada. Pada bab ini diuraikan landasan teori yang berkaitan dengan judul "Identifikasi Kerusakan *Compressor* pada *Refrigerator* yang Menyebabkan tidak Optimalnya Proses Pendingin Bahan Makanan dengan Metode FTA di MV.Energy Midas". Dalam deskripsi teori ini akan dibahas secara berturut-turut berbagai tinjauan kepustakaan mengenai: pengertian *refrigerator*, *compressor*, kondensor, *evaporator*, *expansion valve*, *dryer*, *solenoid valve*, *oil separator*, *oil pressure switch*, *fault tree analysis*.

1. Pengertian *refrigerator*

Pengertian dari mesin pendingin (*refrigerator*) ialah suatu mesin atau pesawat yang mampu bekerja untuk menghasilkan suhu atau temperatur dingin (temperatur rendah). Fungsi utama dari mesin pendingin yaitu untuk mengambil panas yang tidak diperlukan dari suatu ruangan, kemudian panas tersebut dipindahkan ke tempat lain di luar ruangan yang tidak mengganggu. Kerja tersebut dapat dilakukan dengan mengalirkan refrigerant yang bersirkulasi di dalam sistem pendingin. Dalam sistem pendingin perubahan wujud zat terjadi, karena adanya perbedaan tekanan, sehingga media pendingin dapat bersirkulasi.



Sumber : G F Hundy,dkk, 2016, dalam buku *Refrigerator, Air Conditioning and Heat Pumps*

Gambar 2.1

Sirkulasi pendinginan pada mesin pendingin (*refrigerator*).

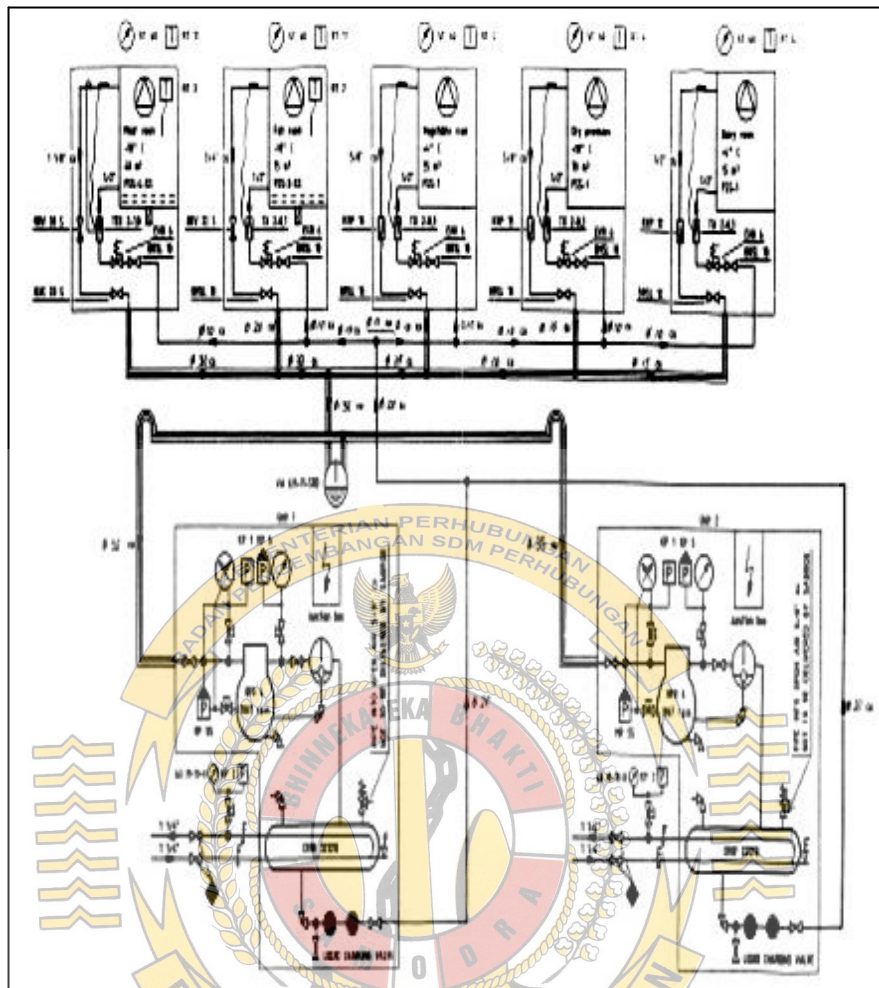
Pembagian tekanan kerja dalam sirkulasi pendinginan:

a. Tekanan tinggi

Pada daerah ini media pendingin berwujud cair dan gas, daerah ini mulai dari setelah katup tekan *compressor*, kondensor sampai katup ekspansi.

b. Tekanan rendah

Pada daerah ini media pendingin juga berwujud cair dan gas, daerah ini mulai katup ekspansi, *evaporator* sampai katup isap *compressor*.



Sumber: *Instruction Manual Book Provision Refrigerant Plant.*

Gambar 2.2

Diagram for provision refrigerant plant.

Dalam sistem mesin pendingin yang ada sekarang ini, banyak peralatan yang dipasang untuk menunjang kelancaran kerja dan efisiensi dalam pemakaian. Dengan adanya peralatan-peralatan tersebut, kerja mesin semakin maksimal. Alat-alat yang ada dalam sistem pendinginan adalah: *compressor*, *kondensor*, *oil separator*, *dryer*, *katup ekspansi*, *evaporator* dan alat-alat kontrol otomatis.

2. Pengertian *compressor*

Menurut William C. Whitman, dkk (2013: 47), *compressor* merupakan jantung dari sistem pendinginan. Sebuah pompa panas melalui sistem dalam bentuk *refrigerant* panas. Sebuah *compressor* dapat dianggap sebagai pompa uap, yang berfungsi mengurangi tekanan pada sisi tekanan

rendah dari sistem, yang meliputi *evaporator*, dan meningkatkan tekanan pada sisi tekanan tinggi dari sistem. Perbedaan tekanan ini adalah yang menyebabkan *refrigerator* mengalir melalui sistem. Semua *compressor* dalam sistem pendingin melakukan fungsi ini dengan mengompresi *refrigerant* uap. kompresi ini bisa dicapai dalam beberapa cara dengan berbagai jenis *compressor*. *compressor* yang paling umum digunakan di air conditioning plant dan *refrigerant plant* adalah *reciprocating*, *rotary*, dan gulir.

Sistem pelumasan *compressor* ada dua macam :

- a. Pada *compressor* kecil cukup dengan pelumasan percikan.

Pelumasan pada *compressor* jenis *piston* dengan cara percikan, ruang engkolnya diisi minyak lumas sampai pada permukaan bagian bawah *main bearing* sehingga pada setiap putaran poros engkol akan menyipratkan minyak lumas ke dinding *silinder liner*, ke pena torak dan lainnya.

- b. Pada *compressor* besar dengan pelumasan tekan (paksa).

Sedangkan pada *compressor* jenis yang sama dengan sistem pelumasan tekan proses penekanan minyak lumas ke *main bearing*, ke *connecting rod bearing* dan lain sebagainya dilakukan dengan menggunakan bantuan pompa, pompa dipasang pada ujung poros engkol dan akan menghisap minyak lumas dari *carter* melalui saringan minyak, tekanan minyak lumas dapat diatur dengan pegas *klep* kelebihan atau *over flow valve*.

Sumanto (1994: 5-10) menjelaskan bahwa *compressor* unit terdiri dari motor penggerak dan *compressor*. *compressor* bertugas untuk menghisap dan menekan media pendingin sehingga media pendingin (*refrigerant*) beredar dalam unit mesin pendingin, sedangkan motor penggerak bertugas memutar *compressor* tersebut.

Ditinjau dari cara penggerakannya *compressor* unit dibagi atas :

- a. Jenis unit terbuka

Pada unit ini *compressor* dan motor penggerak masing-masing berdiri sendiri dan untuk memutar *compressor* dipergunakan ban (*v-belt*), motor penggeraknya biasanya adalah motor listrik atau disel.

b. Semi hermetic unit (*unit semi hermatis*)

Pada unit ini *compressor* dan motor listrik juga berdiri sendiri-sendiri, tetapi dihubungkan sehingga seolah-olah menjadi satu bagian. Untuk memutar *compressor*, poros motor listrik dihubungkan dengan poros kompresornya langsung.

c. Hermetic unit (*unit hermatis*)

Pada unit ini *compressor* dan motor listrik benar-benar menjadi satu unit yang tertutup rapat. Kelemahannya jika terjadi kerusakan pada *compressor* atau motor listrik sulit untuk diperbaiki. Keuntungannya ialah bahwa bentuknya dapat menjadi lebih kecil, tidak banyak memakan tempat, harganya relatif murah, cocok sekali untuk *compressor-compressor* pada *domestic refrigerator* (dayanya kecil). Fungsi unit *compressor* jenis 1, 2 dan 3 adalah sama yaitu untuk mengedarkan *refrigerant* dalam unit mesin pendingin agar dapat berlangsung proses pendinginan.

Compressor pada *refrigerator* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menaikkan tekanan *refrigerator* dan menyalurkan gas *refrigerator* ke seluruh *system refrigerator*. Jika dianalogikan, cara kerja *compressor* pada *refrigerator* layaknya seperti jantung di tubuh manusia. *compressor* memiliki 2 pipa, yaitu pipa hisap dan pipa tekan dan memiliki 2 daerah tekanan, yaitu tekanan rendah dan tekanan tinggi.

Didalam *compressor* terdapat susunan torak dengan ukuran kecil umumnya dibuat dari tuangan tunggal sedangkan torak dengan

ukuran besar disusun dari dua bagian atau lebih. Bagian yang terpenting yaitu :

1) Susunan torak

a). Bagian atas torak (*piston crown*)

Menurut P. Van Maanen (1983: 5.24) "Bagian tersebut menampung gaya pegas yang disalurkan pada pena torak atau batang torak. Materialnya adalah baja tempa atau baja tuang. Pada bagian ini berisi alur annular untuk *piston ring*".

b). Cincin hantar (*Piston ring*)

Menurut P. Van Maanen (1983: 5.24) Bagian atas torak tidak diizinkan mengenai dinding silinder karena bagian tersebut sangat berpengaruh oleh perubahan *thermis*. Selain itu pembentukan bram pada jarak Adakalanya dibagian tersebut ditempatkan cincin jalan yang dibuat dari bahan campuran timah hitam-bronze : cincin tersebut menonjol beberapa per sepuluh milimeter diantara cincin hantar. Pada torak trunk bagian penghantar tersebut relatif besaar dibandingkan pada torak motor kepala silang, oleh sebab itu gaya samping juga lebih besar dan mencegah agar torak tidak mengandalkan gerakan yang mengoleng supaya torak dapat bergerak sebebaskan-bebasnya haruslah ada celah dengan silinder dan dilumasi dengan maksimal.

antara pegas torak untuk tujuan tersebut, maka diatas bagian torak ditempatkan sebuah cincin hantar atau cincin mantel dengan diameter lebih besar yang menumpu pada dinding silinder.

c). Bagian bawah torak (*piston skirt*)

Menurut P. Van Maanen (1983: 5.24) *Piston skirt* adalah bagian terbawah dari *piston*, sedangkan *piston skirt* hanya terdapat pada motor diesel 2 tak dengan pembilasan pintu, sewaktu dalam kedudukan titik mati atas (TMA) *piston skirt* harus tetap dapat menutup pintu-pintu pemasukan udara yang terdapat pada dinding silinder, sehingga udara tidak dapat masuk kedalam ruang pembakaran yang akan mengakibatkan ketidak sempurnaan dalam pembakaran, dikarenakan kebocoran.

2) *Piston*

Berbagai bahan yang digunakan untuk *piston*. Besi tuang (saat ini menjadi *sperodial graphitic*), baja tempa dan baja tuang

adalah bahan yang lebih disukai pada mahkota *piston* Mesin *Diesel*.

Bahan yang mengkombinasikan kekuatan dan hambatan keausan, ketebalan dapat dijaga pada tingkat minimum untuk meningkatkan transfer panas dan minimalisasi keretakan *thermal* dan distorsi. Tambahan kekuatan diperlukan pada bagian yang tipis dengan memperkuat kerangka.

Pendinginan *piston* yang intensif diperoleh dengan dampak pengocokan *cocktail* pada air. Dengan udara yang terdapat pada *piston* (berasal dari *system teleskopik*, diperlukan bantalan dan pencegahan *water hammer*) bersama air, dampak inersia berpasangan dengan bentuk kerucut yang dimasukkan timah untuk menjaga keefektifan pendinginan dengan aliran sekunder seperti engkol sehabis TMA.

Diklam bahwa suhu logam pada daerah terpanas di wilayah terpanas dapat diturunkan sampai dengan 40°C. Harus diingat bahwa pada kecepatan rendah dampak kocokan pendinginan akan turun, sehingga direkomendasikan mesin seharusnya tidak beroperasi pada waktu yang lama saat kecepatan diturunkan. Mesin dengan laju pendinginan minyak sedang pada piston umumnya Digunakan (Morton, 1985: 51-53)

3) *Ring piston*

Sifat yang diperlukan dari cincin *piston* adalah sebagai berikut :

- a) Kekuatan mekanik yang baik, tidak mudah pecah
- b) Ketahanan yang tinggi terhadap keausan dan korosi
- c) Pelumasan sendiri
- d) Harus tahan terhadap suhu tinggi

- e) Harus dapat mempertahankan ketegangan dengan baik
 - f) Jadilah kompatibel dengan bahan silinder *liner*.
- 4) Kegagalan *piston* akibat beban *thermal*

Pada suhu kerja normal, permukaan *piston* dan silinder *liner* harus *parallel*. Karenanya terdapat lonjakan suhu dari atas ke dasar *piston*, ketentuan harus dibuat selama pembuatan pada *clearance* bagian atas dinding yang lebih kecil dari dasar. Lonjakan suhu umumnya *non linear* dan distorsi termal menghasilkan tegangan tarik pada dinding dalam *piston* keluar dengan demikian menurunkan tegangan tarik. Tegangan tarik yang bervariasi pada beban panas yang tinggi dapat menyebabkan keretakan yang menyebar dari bagian *piston* ke alur *ring piston*. (Morton, 1985: 54)

3. Kondensor

Kondensor merupakan perangkat pertukaran panas yang mirip dengan *evaporator*. Kondensor mempunyai fungsi yaitu untuk memproses merubah bentuk media pendingin dari bentuk uap jenuh menjadi bentuk cair dengan cara pendinginan. Selain itu kondensor juga berfungsi untuk menampung cairan media pendingin hasil proses kondensasi (Amad Narto, 2014).

Dengan menyerap panas dari media pendingin yang berupa uap (gas). Dimana air laut atau air tawar sebagai pengkondensasi media pendingin yang berupa uap tersebut sehingga setelah terjadi proses tersebut media pendingin akan berubah wujud menjadi cair.

4. Evaporator

Menurut G F Hundy, dkk (2016: 121) , tujuan dari *evaporator* adalah untuk menerima tekanan rendah, suhu rendah cairan dari katup ekspansi

dan membawanya di dekat kontak thermal dengan beban. *Refrigerator* mengambil panas latennya dari beban dan meninggalkan gas kering pada *evaporator*. *Evaporator* diklasifikasikan menurut pola aliran *refrigerator* dan fungsi mereka.

Fungsi *evaporator* adalah untuk menyerap panas dari udara atau benda di dalam mesin pendingin dan mendinginkannya. Kemudian membuang kalor tersebut melalui kondensor diruang yang tidak diinginkan. *Compressor* yang sedang bekerja menghisap bahan pendingin gas dari *evaporator*, sehingga tekanan di dalam *evaporator* menjadi rendah dan *vacum*. *Evaporator* fungsinya kebalikan dari kondensor, yaitu tidak membuang panas kepada udara di sekitarnya, tapi mengambil panas dari udara di dekatnya.

5. *Expansion valve*

Menurut G F Hundy, dkk (2016:135), tujuan dari *expansion valve* adalah mengontrol aliran *refrigerator* dari sisi tekanan tinggi dari sistem kondensasi ke dalam *evaporator* yang bertekanan rendah. Katub *expansi* adalah salah satu garis pembagian antara sisi tekanan tinggi dari sistem dan sisi tekanan rendah dari sistem.

Expansion valve adalah alat yang digunakan untuk mengatur jumlah cairan *refrigerator* yang masuk ke dalam *evaporator*. Alat ini terletak di antara *evaporator* dan kondensor. *Refrigerator* yang keluar dari kondensor mempunyai suhu dan bertekanan tinggi. Sedangkan *refrigerator* yang masuk ke dalam *evaporator* harus memiliki suhu dan tekanan rendah.

6. **Komponen bantu**

a. *Dryer*

Menurut G F Hundy, dkk (2016: 158), dengan *halocarbons* dalam filter *dryer* berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam *refrigerator* dengan pengeringan dalam sistem. Bentuk umum dari kapsul kering yaitu dengan pengering padat seperti diaktifkan alumina atau *zeolit* (saringan molekuler) dan terletak di garis cair di atas *expansion valve*. Kapsul ini harus memiliki saringan untuk mencegah hilangnya zat pengering ke dalam rangkaian sehingga membentuk filter kering yang efektif untuk juga melindungi lubang katup dari kerusakan *fine debris* (garis-garis puing).

b. *Oil separator*

Oil separator adalah salah satu komponen instalasi mesin pendingin yang berfungsi sebagai untuk memisahkan antara gas pendingin dengan minyak pelumas yang dibawa gas pendingin (Amad Narto, 2014).

c. *Electric selenoid valve*

Selenoid valve adalah alat yang berfungsi untuk mengatur suhu kamar pendingin, dengan cara diatur oleh *thermostatic switch* yang mempunyai tabung pengontrol yang letaknya didalam kumparan atau *coil*, maka timbulah lapangan magnet yang akan menarik *plunger* 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 *compressor* ketika tekanan minyak yang dikembangkan oleh pompa jatuh di bawah tingkat tertentu, atau tekanan gagal mencapai tingkat maksimum yang ditentukan (G F Hundy, dkk, 2016).

Sistem kerja dari *oil pressure switch* yaitu pengoperasian *oil cut out* menunjukkan kondisi yang tidak aman dan seperti kontrol yang dibuat

dengan *switch* tangan ulang. Kontak pada saklar dapat digunakan untuk mengoperasikan alarm untuk memperingatkan kerusakan tersebut. Beberapa *compressor* menawarkan sistem perlindungan *oil elektronik* yang menyediakan fungsionalitas lebih, dan mempertahankan opsi tangan *reset*. *Oil pressure switch* digunakan untuk memastikan bahwa *compressor* memiliki tekanan minyak ketika beroperasi. Jika tekanan minyak *compressor* turun drastis, *compressor* akan mati secara otomatis. Hal ini untuk keamanan *compressor* agar tidak terjadi kerusakan fatal.

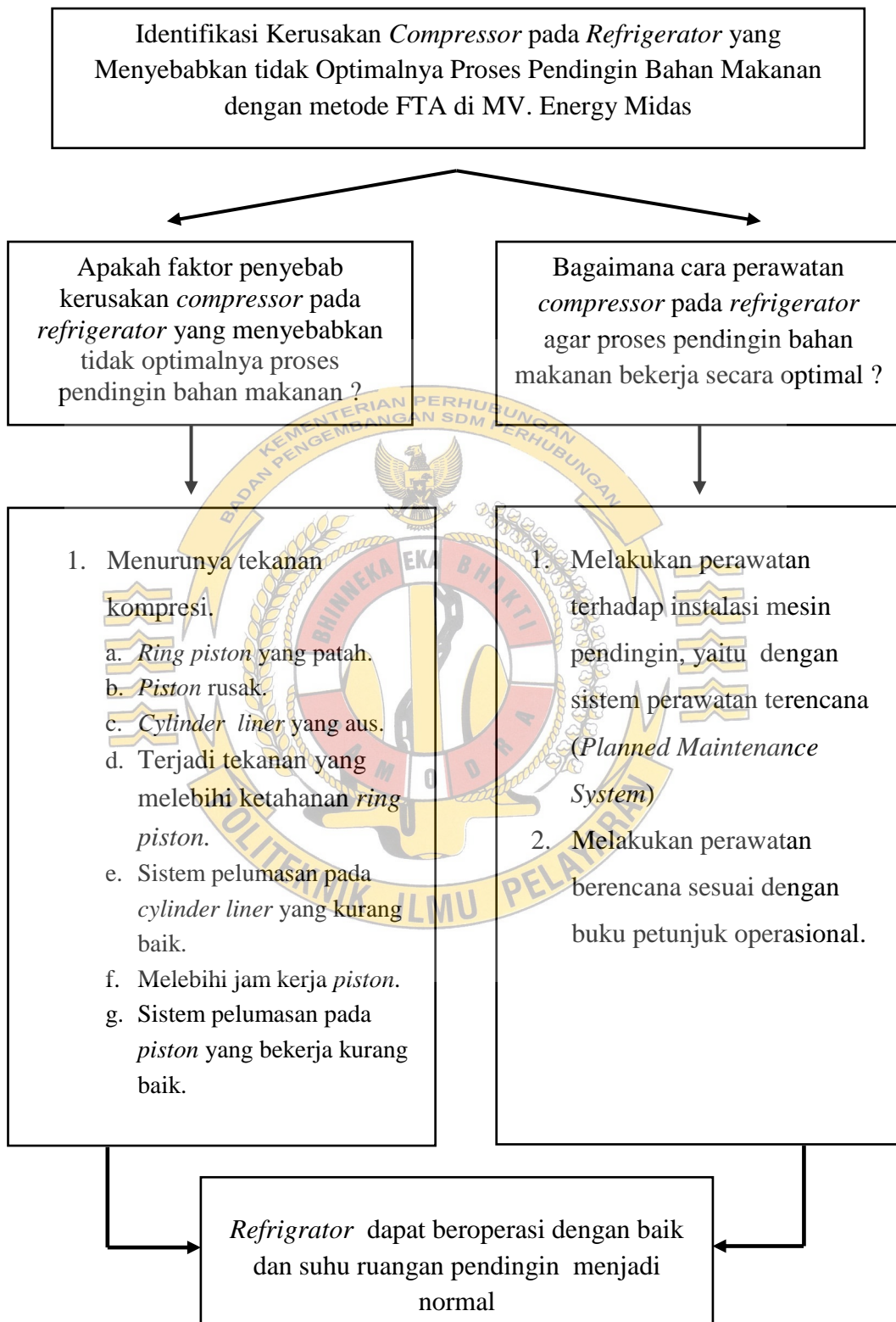
7. Metode *fault tree analysis*

a. Pengertian *fault tree analysis*

Fault tree adalah model yang memungkinkan untuk menyorot kombinasi logis dari kesalahan yang dapat menyebabkan peristiwa utama yang saling berkaitan selanjutnya peristiwa itu disebut *top event*. Representasi grafis yang mengambil bentuk pohon kesalahan. Secara umum, peristiwa ini membawa kerusakan yang signifikan yang sebelumnya telah diidentifikasi melalui metode lain *Preliminary Hazard Analysis (PHA)*, *Failure Mode And Effects Analysis (FMEA)*, *Hazard and Operability Study (HAZOP)* dan sebagainya. Pendekatan pohon kegagalan ini untuk menganalisis secara lebih rinci dengan kombinasi *event* dasar yang dapat menyebabkan suatu kejadian untuk menilai kemungkinan bahwa peristiwa seperti itu mungkin terjadi dan untuk mencerminkan pada posisi *safety barriers* (Jean Marie Flaus, 2013).

Fault tree analysis digunakan untuk mengidentifikasi suatu resiko yang berperan akar pohon dalam menyelesaikan masalah atau kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*top event*), kemudian akan merinci dan menjadi sebab-sebab suatu *top event* kemudian sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*).

B. Kerangka pikir penelitian



Gambar 2.13. Kerangka pikir penelitian

C. Definisi oprasional

Saat penulis praktek laut di MV. Energy Midas, faktor yang menyebabkan kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan, yaitu:

1. Pelumasan yang tidak optimal

Pelumasan merupakan salah satu faktor yang sangat berfungsi untuk mengurangi gesekan, mengurangi keausan, mencegah korosi dan memindahkan panas serta masih banyak fungsi lainnya. Bagian-bagian *compressor* yang memerlukan pelumasan adalah bagian-bagian yang *Compressor* berfungsi untuk menghisap dan menekan media pendingin sehingga media pendingin (*refrigerant*) beredar dalam unit mesin pendingin, sedangkan motor penggerak bertugas memutar *compressor* tersebut. Pada bergerak saling meluncur seperti ring piston, silinder, torak, metal-metal, bantalan batang penggerak dan bantalan utama. Jika komponen yang memerlukan pelumasan tidak terpenuhi maka terjadi keausan yang lama kelamaan terjadi kerusakan bahkan terjadi kepatahan pada ring piston, goresan pada silinder serta komponen lain seperti yang memerlukan pelumasan.

2. *Filter dryer*

Filter dryer berfungsi untuk mengurangi kadar air dalam *refrigerator* dengan pengeringan dalam sistem. Bentuk umum dari kapsul kering yaitu dengan pengering padat seperti diaktifkan alumina atau *zeolit* (saringan molekuler) dan terletak di garis cair di atas *expansion valve*. Kapsul ini harus memiliki saringan untuk mencegah hilangnya zat pengering ke dalam rangkaian sehingga membentuk filter kering yang efektif untuk juga melindungi lubang katup dari kerusakan *fine debris* (garis-garis puing).

BAB III

METODE PENELITIAN

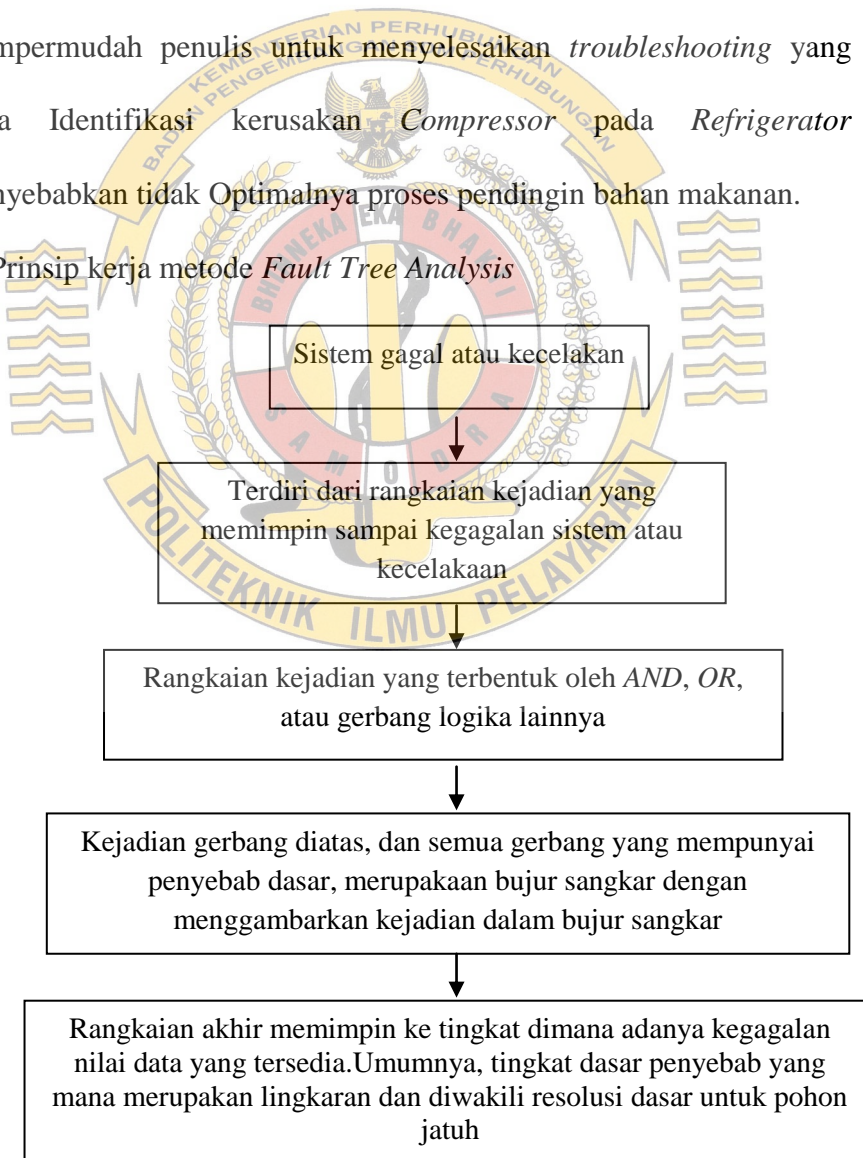
A. Jenis metode penelitian

Penelitian merupakan salah satu hal yang penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan, sekaligus sebagai bagian yang penting dalam perkembangan peradaban manusia. Penelitian adalah proses ilmiah untuk memperoleh fakta-fakta atau mengembangkan prinsip-prinsip (menemukan/mengembangkan/menguji kebenaran) dengan cara atau kegiatan mengumpulkan, mencatat, menganalisa data atau informasi yang dikerjakan secara sistematis berdasarkan ilmu pengetahuan mengenai sifat dari pada kejadian atau keadaan dalam rangka memecahkan masalah dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Dalam penelitian dapat ditentukan dengan suatu metode yang tepat untuk penyelesaian masalah. Penyelesaian masalah dalam penelitian dapat dilakukan secara sistematis dengan mengikuti metodologi.

Hasil yang diperoleh dalam suatu penelitian memungkinkan untuk dikembangkan kembali dan merupakan dasar dari suatu proses dasar belajar yang kritis terhadap permasalahan sekitarnya. Metode Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik, diperlukan langkah-langkah penelitian yang baik pula. Hal ini disebabkan karena penelitian adalah suatu proses sehingga perlu melewati setiap tahap proses dengan cermat dan teliti. Metode penelitian yang digunakan penulis adalah metode penelitian *Fault Tree Analysis*, *Fault Tree Analysis* merupakan metode yang efektif dalam

menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa suatu kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan tidak berasal pada satu titik kegagalan. *Fault Tree Analysis* mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana. Gerbang logika menggambarkan kondisi yang memicu terjadinya kegagalan, baik kondisi tunggal maupun sekumpulan dari berbagai macam kondisi. Dengan menggunakan metode ini akan mempermudah penulis untuk menyelesaikan *troubleshooting* yang terjadi pada Identifikasi kerusakan *Compressor* pada *Refrigerator* yang menyebabkan tidak Optimalnya proses pendingin bahan makanan.

a. Prinsip kerja metode *Fault Tree Analysis*



Gambar 2.3 Prinsip kerja metode *Fault Tree Analysis*

b. Kelebihan dan kekurangan metode *fault tree analysis*

Metode ini juga memiliki kelebihan, kekurangan serta manfaat sebagai berikut :

1). Kelebihan menggunakan metode *fault tree analysis*

a) Dalam permasalahan dengan sistem yang kompleks pohon kesalahan memberikan cara yang baik dan logis untuk mengintegrasikan berbagai penyebab. Konstruksi diagram pohon dapat menentukan probabilitas nilai-nilai dan membantu memberikan pemahaman yang lebih baik dari suatu sistem.

b) Metode ini digunakan untuk melakukan analisis sensitivitas sehingga perbedaan dari berbagai penyebab dapat dibandingkan, dampak terhadap keseluruhan sistem dengan menganalisis perubahan tersebut dengan kemungkinan nilai.

2). Kekurangan menggunakan metode *fault tree analysis*.

a) Pengalaman dan pengetahuan yang banyak diperlukan untuk membuat bangunan pohon yang tepat. Kesalahan memasukkan sebuah masukan dapat menyebabkan memberikan hasil yang tidak benar.

b) Sulit untuk memilih gerbang logika yang paling tepat di saluran penghubung dan hal ini dapat menimbulkan secara luas variasi-variasi nilai yang dihasilkan.

c. Manfaat menggunakan metode *fault tree analysis*.

1) Menemukan tahapan kejadian yang kemungkinan menjadi dampak dari penyebab masalah.

- 2) Menganalisa kemungkinan beberapa sumber resiko sebelum kegagalan timbul.
 - 3) Menginvestigasi suatu kegagalan yang terjadi dan dapat di gunakan acuan untuk penelitian selanjutnya.
- d. Simbol dan istilah dalam metode *fault tree analysis*

Simbol-simbol yang digunakan adalah simbol kejadian, simbo gerbang dan simbol transfer, berikut adalah bentuk simbol dan pengertian tiap-tiap simbol, baik simbol *transfer* dan simbol gerbang yang digunakan dalam metode *fault tree analysis*

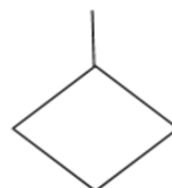
- 1) Simbol kejadian adalah simbol-simbol yang berisi keterangan kejadian pada sistem yang ada pada suatu proses terjadinya *top event* terdapat 5 macam simbol, yaitu :



Sumber: Jean Marie Flaus (2013) dalam buku *Risk Analysis*.
Gambar 2.4 *Basic Event*

Simbol lingkaran ini digunakan untuk menyatakan *basic event* atau *primary event* atau kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya. Artinya, simbol lingkaran ini merupakan batas akhir penyebab suatu kejadian. Kejadian yang dikehendaki pada puncak yang akan diteliti lebih lanjut ke arah suatu kejadian dasar lainnya dengan menggunakan gerbang logika untuk menentukan penyebab kegagalan

- b) *Undeveloped event*



Sumber: Jean Marie Flaus (2013) dalam buku *Risk Analysis*.
Gambar 2.5 *Undeveloped even*.

Simbol wajik atau diamond adalah untuk dalam menyatakan *undeveloped event* atau kejadian tidak berkembang. Kejadian dasar (*basic event*) yang tidak akan dikembangkan lebih lanjut karena tidak tersedianya informasi.

c) *Conditioning vent*



Sumber: Jean Marie Flaus (2013) dalam buku *Risk Analysis*.
Gambar 2.6 *Symbol conditioning event*.

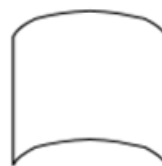
Conditioning event, yaitu suatu kondisi atau batasan khusus yang diterapkan pada suatu gerbang yang (biasanya pada gerbang *inhibit* dan *priority and*). Jadi kejadian *output* terjadi jika kejadian input terjadi dan memenuhi suatu kondisi tertentu.

2) *Gate symbol/ Simbol gerbang*

Simbol gerbang dipakai untuk menunjukkan hubungan diantara kejadian *input* yang mengarah pada kejadian *output* dengan kata lain, kejadian *output* disebabkan oleh kejadian *input* yang berhubungan dengan cara tertentu. Dari dua *gate* yang sering digunakan dalam penyusunan *fault tree analysis and or gate*. *And gate* menjelaskan tentang bahwa suatu *event-event* yang dibawah semua akan terjadi. Jika salah satu *event* tidak terjadi, maka *top event* tidak akan tercapai. Bila menggunakan *and gate* diperlukan data-data yang lengkap agar *top event* tercapai.

Dalam hubungan ini bisa juga disebut hubungan paralel. Sedangkan *or gate* menjelaskan hubungan seri, yang artinya suatu *top event* akan bisa terjadi minimal 1 (satu) *event* dan di bawahnya akan terjadi. Dari pemakaian dari masing-masing *gate* ini tergantung dari hubungan masing-masing komponen yang ada pada sistem.

a) Gerbang OR



Sumber: Jean Marie Flaus (2013) dalam buku *Risk Analysis*.
Gambar 2.7 *Symbol gerbang OR*.

Dari simbol ini adalah gerbang or dipakai untuk menunjukkan bahwa kejadian yang akan muncul terjadi jika satu atau lebih kejadian gagal yang merupakan inputnya terjadi.

b) Gerbang *AND*

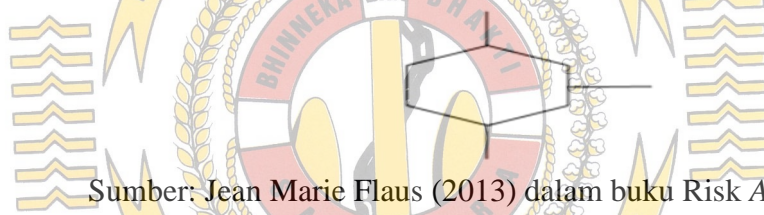


Sumber: Jean Marie Flaus (2013) dalam buku *Risk Analysis*.

Gambar 2.8 *Symbol* gerbang *AND*.

Dari simbol ini adalah gerbang *and* digunakan untuk menunjukkan suatu kejadian *output* yang muncul hanya jika dalam semua *input* terjadi.

c) Gerbang inhibit



Sumber: Jean Marie Flaus (2013) dalam buku *Risk Analysis*.

Gambar 2.9 *Symbol* gerbang inhibit.

Gerbang inhibit, dilambangkan dengan segi enam, merupakan kasus khusus dari gerbang *and*. *Output* disebabkan oleh satu *input*, tetapi juga harus memenuhi kondisi tertentu sebelum input dapat menghasilkan *output*.

3) *Transfer symbol/ simbol transfer*

Ada dua dalam suatu simbol *transfer* dalam *fault tree analysis* yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini, antara lain sebagai berikut:

a) *Triangle-in*

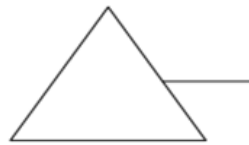


Sumber: Jean Marie Flaus (2013) dalam buku *Risk Analysis*.

Gambar 2.10 *Transfer symbol*.

Triangle-in atau transfers-in, titik dimana *sub-fault tree* bisa dimulai sebagai kelanjutan pada *transfers out*.

b) *Triangle out*



Sumber: Jean Marie Flaus (2013) dalam buku *Risk Analysis*.

Gambar 2.11 *Triangle out*

Triangle-out atau transfers out, titik dimana *sub-fault tree* bisa dipecah menjadi *sub-fault tree* (Jean Marie Flaus, 2013).

Melalui simbol transfer di atas, maka penulis dapat menentukan suatu kejadian yang berupa masukan dan yang menjadi kejadian berupa keluaran. Dalam menganalisa sebuah permasalahan dengan menggunakan analisis pohon kesalahan, hubungan antara *basic event*, *intermediet event* dapat dihubungkan menjadi suatu *top event*. Dalam *fault tree analysis* mengilustrasikan keadaan dari komponen-komponen sistem (*basic event*) yang saling berhubungan Sumber: Jean Marie Flaus (2013) dengan *intermediet event* dan *top event*. Hubungan tersebut disebut gerbang logika.

B. Waktu dan tempat penelitian

1. Waktu penelitian

Penelitian dilakukan selama kurang lebih dua belas bulan ketika masa praktik laut berlangsung, yaitu terhitung *sign on* pada tanggal 07 November 2014 di Samarinda, Kalimantan Timur dan *sign off* pada tanggal 17 November 2015.

2. Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan selama melaksanakan praktik laut. Adapun nama kapal dan alamat perusahaan:

Nama kapal : MV. Energy Midas

Tipe kapal : *Bulk Carrier*

Nama perusahaan : PT. Karya Sumber Energy

Alamat perusahaan : JL. Kali Besar Barat No. 37 Jakarta barat 11230.

C. Data yang diperlukan

Sumber data statistik sebenarnya terdapat dimana-mana dalam kehidupan modern sekarang ini. Jika ada seseorang beranggapan bahwa data statistik itu hanya bisa diperoleh dari Biro Pusat Statistik, lembaga-lembaga penelitian, departemen-departemen karena merekalah yang mengumpulkan, mengolah, dan mempublikasikan data tersebut, maka gambaran semacam itu tidak benar sama sekali. Selama melaksanakan penelitian, penulis mengumpulkan data-data yang diperlukan agar dalam pembahasan masalah tidak menemui kesulitan. Maka data yang harus disajikan harus lengkap dan obyektif. Data yang dikumpulkan dan digunakan dalam penyusunan skripsi adalah data yang merupakan informasi yang diperoleh penulis melalui pengamatan langsung. Dari sumber-sumber ini diperoleh data sebagai berikut:

1. Data primer

Menurut V. Wiratna Sujarweni (2014: 73), data primer adalah data yang diperoleh dari responden melalui kuesioner, kelompok fokus, dan panel, atau juga data hasil wawancara peneliti dengan narasumber. Data yang diperoleh dari data primer ini harus diolah lagi. Sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data.

Pada umumnya data dari sumber primer selalu dianggap lebih baik daripada data dari sumber sekunder. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut. Data primer umumnya bersifat lebih terperinci daripada data sekunder. Istilah-istilah dan unit pengukuran yang digunakan dalam data primer selalu dirumuskan secara lebih sempurna. Dalam hal ini penulis mendapatkan data primer dengan membaca dan memahami dari instruction manual book tentang refrigerant plant yang terdapat di atas kapal pada saat penulis melaksanakan praktek laut di kapal MV.Energy Midas.

2. Data sekunder

Menurut V. Wiratna Sujarweni (2014: 74) Data sekunder adalah data yang didapat dari catatan, buku, majalah berupa laporan keuangan publikasi perusahaan, laporan pemerintah, artikel, buku-buku sebagai teori, majalah, dan lain sebagainya. Data yang diperoleh dari data sekunder ini tidak perlu diolah lagi. Sumber yang tidak langsung memberikan data pada pengumpul data.

Data sekunder merupakan hasil pengumpulan orang lain dengan maksud tertentu dan mempunyai kategori atau klarifikasi menurut kebutuhan pengumpulannya. Klarifikasi itu mungkin tidak sesuai bagi keperluan peneliti dan karena itu harus menyusunnya kembali. Sumber-sumber sekunder dapat diperoleh dari surat-surat, buku harian dan lain sebagainya. Bahan-bahan ini dapat mengungkapkan pengalaman orang lain serta pengembangan kelakuannya atas pengaruh lingkungan sosial budaya. Biasanya bahan-bahan ini tidak mudah diperoleh kecuali berkat hubungan pribadi.

Selain sumber yang diperoleh dari surat-surat dan buku harian, penyusun dapat memperoleh sumber dari buku-buku yang penyusun baca dan dalam kegiatan belajar mengajar di kelas yang berkaitan langsung dengan obyek penulisan skripsi serta suatu informasi yang telah disampaikan pada saat penulis menjalani perkuliahan di kampus.

D. Metode pengumpulan data

Data artinya informasi yang didapat melalui pengukuran-pengukuran tertentu, untuk digunakan sebagai landasan dalam menyusun argumentasi logis menjadi fakta. Sedangkan fakta itu sendiri adalah kenyataan yang telah diuji kebenarannya secara empirik, antara lain melalui analisis data. Dalam pengumpulan data merupakan bagian yang sangat penting dan harus ada dalam penelitian ilmiah, karena teknik pengumpulan data akan berpengaruh berhasil atau tidaknya peneliti untuk mendapatkan data yang benar-benar sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian serta untuk menyusun data yang

ada agar teratur. Di dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data antara lain:

1. Metode observasi (Pengamatan)

Observasi adalah suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui suatu pengamatan, dengan disertai pencatatan-pencatatan terhadap keadaan atau perilaku obyek sasaran. Orang yang melakukan observasi disebut pengobservasi (*observer*) dan pihak yang diobservasi disebut terobservasi (*observer*).

2. Metode studi pustaka

Studi pustaka adalah suatu pembahasan yang berdasarkan pada buku-buku referensi yang bertujuan untuk memperkuat materi pembahasan maupun sebagai dasar untuk menggunakan rumus-rumus tertentu dalam menganalisis dan mendesain suatu struktur. Studi pustaka juga merupakan suatu langkah untuk memperoleh informasi yang relevan dari suatu penelitian terdahulu yang harus dikerjakan dengan topik atau masalah yang akan atau sedang diteliti.

3. Metode dokumentasi

Metode dokumentasi merupakan suatu cara pengumpulan data yang diperoleh dari dokumen-dokumen yang ada atau catatan-catatan yang tersimpan baik berupa catatan transkrip, buku, surat kabar, dan lain sebagainya. Metode studi dokumentasi adalah suatu teknik pengumpulan data yang tidak langsung ditujukan kepada subyek penelitian. Metode ini dilakukan dengan cara mengambil gambar suatu permesinan atau obyek yang akan diteliti sehingga penulis dapat mengetahui sistem kerja dan juga proses perawatan pada *refrigerator*.

E. Teknik analisa data

Analisa merupakan proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan dan dokumentasi dengan cara memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari kemudian menarik kesimpulan, sehingga mudah dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain. Dalam skripsi ini penulis menganalisis data-data yang diperoleh dari hasil penelitian, berupa fakta-fakta yang terjadi di lingkungan, studi pustaka dan juga metode dokumentasi. Kemudian dibandingkan dengan teori yang ada sehingga bisa diberikan solusi untuk masalah tersebut.

Metode yang digunakan penyusun untuk menganalisis data dalam skripsi ini memaparkan metode *fault tree analysis* (analisa pohon kesalahan) dimana dalam penulisan skripsi ini memaparkan semua kejadian atau peristiwa yang terjadi dikapal dan yang mungkin akan terjadi di atas kapal dengan identifikasi kerusakan *compressor* pada *refrigerator*.

Fault tree analysis adalah teknik yang banyak dipakai untuk studi yang berkaitan dengan resiko dan keandalan dari suatu sistem *engineering*. *Event* potensial yang menyebabkan kegagalan dari suatu sistem *engineering* dan probabilitas terjadinya event tersebut dapat ditentukan dengan FTA. Sebuah *top event* yang merupakan definisi dari kegagalan suatu sistem (*system failure*), harus ditentukan terlebih dahulu dalam mengkonstruksikan *fault tree analysis*. Sistem kemudian dianalisis untuk menemukan semua kemungkinan yang didefinisikan pada *top event*.

Analisis pohon kegagalan dapat untuk mengkuantifikasi kegagalan sistem, komponen, fungsi atau operasi. Model pohon kegagalan dapat dipergunakan untuk menentukan kombinasi beberapa kegagalan, probabilitas

gagal dan titik lemah (kritis) pada sistem, komponen, fungsi atau operasi. Kejadian puncak (*top event*) dari pohon kegagalan menunjukkan kejadian atau kondisi yang tidak diinginkan (*undersired event/undersired state*) dari suatu sistem sehingga hasilnya merupakan kegagalan atau tidak tersedianya (*unavailability*) sistem. Penyusunan pohon kegagalan merupakan proses berulang dengan mendapatkan umpan balik.

Perlu diketahui dalam melaksanakan sistem analisa pohon kesalahan juga ada beberapa pendapat. Dalam hal ini adapun langkah-langkah melakukan analisis terstruktur pada sistem *fault tree analysis* secara umum, yaitu:

1. Mengidentifikasi kejadian dalam sistem (*top level event*).

Langkah pertama dalam *Fault Tree Analysis* ini merupakan langkah penting karena akan mempengaruhi hasil analisis sistem. Pada tahap ini, dibutuhkan pemahaman tentang sistem dan pengetahuan tentang jenis-jenis kerusakan (*undesired event*) untuk mengidentifikasi akar permasalahan sistem. Pemahaman tentang sistem dilakukan dengan mempelajari semua informasi tentang sistem dan ruanglingkupnya.

2. Membuat pohon kesalahan

Setelah permasalahan terpenting teridentifikasi, langkah berikutnya adalah menyusun urutan sebab akibat dalam pohon kesalahan. Pembuatan pohon kesalahan dilakukan dengan menggunakan simbol-simbol *Boolean* yang mempunyai maksud dan tujuan sendiri-sendiri tiap simbol. Standardisasi simbol-simbol tersebut diperlukan untuk

komunikasi dan konsisten terhadap pohon kesalahandilakukan dengan menggunakan simbol-simbol *Boolean* yang mempunyai maksud dan tujuan sendiri-sendiri tiap simbol. Standardisasi simbol-simbol tersebut

diperlukan untuk komunikasi dan kekonsistenan pohon kesalahan yang dibentuk

.3. Menganalisis pohon kesalahan

Analisis pohon kesalahan diperlukan untuk memperoleh informasi yang jelas dari suatu sistem dan perbaikan-perbaikan apa yang harus dilakukan pada sistem. Tahap-tahap analisis pohon kesalahan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

a. Menyederhanakan pohon kesalahan.

Tahap pertama analisispohon kesalahan adalah menyederhanakan pohon kesalahan dengan menghilangkan cabang-cabang yang memiliki kemiripan karakteristik. Tujuan penyederhanaan ini adalah untuk mempermudah dalam melakukan analisis sistem lebih lanjut.

b. Menentukan peluang munculnya kejadian atau peristiwa terpenting dalam sistem (*top level event*).

Setelah pohon kesalahan disederhanakan, tahap berikutnya adalah menentukan peluang kejadian paling penting dalam sistem. Pada langkah ini, peluang semua input dan logika yang saling berhubungan digunakan sebagai pertimbangan untuk menentukan munculnya kejadian atau peristiwa terpenting dalam sistem.

c. *Review* hasil analisis.

Review hasil analisis dilakukan untuk mengetahui kemungkinan perbaikan yang dapat dilakukan pada sistem. *Output* yang diperoleh

setelah melakukan *Fault Tree Analysis* adalah peluang munculnya kejadian terpenting dalam sistem dan memperoleh akar permasalahan sebabnya. Akar permasalahan tersebut kemudian digunakan untuk memperoleh prioritas perbaikan permasalahan yang tepat pada sistem. Gerbang logika akan menggambarkan bagaimana kerusakan bisa terjadi.

F. Rancangan penelitian

Dalam rancangan penelitian ini untuk penulisan laporan akhir adalah untuk memudahkan penulisan dalam hal-hal yang berhubungan dengan penelitian. Rancangan penelitian meliputi penelitian yang terdiri dari pengumpulan data, pembahasan data dan kemudian tertuang dalam penulisan.

Rancangan penelitian terdiri dari beberapa uraian yaitu :

1. Kegiatan mengumpulkan data dari buku-buku yang berkaitan dengan masalah penelitian ini.
2. Pengumpulan data dengan cara mengadakan wawancara maupun tanya jawab dengan masinis jaga.
3. Melakukan analisa data yang sudah dikumpulkan dan membuat kesimpulan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran umum obyek yang diteliti

Mesin pendingin atau *refrigerator* merupakan salah satu bagian terpenting dari sebuah kapal baik sebagai kenyamanan untuk *crew* kapal untuk dalam pengoperasian suatu kapal. Mesin pendingin merupakan salah satu pesawat bantu yang bekerja berdasarkan pada prinsip termodinamika atau pemindahan panas di atas kapal, mesin pendingin merupakan alat yang sangat vital keberadaannya. Dengan adanya mesin pendingin di atas kapal, maka bahan makanan yang dimiliki atau disimpan untuk bekal selama pelayaran, kualitas dan kuantitas bahan makanannya terjamin kesegarannya. Daging, sayur, ikan, telur dan buah merupakan bahan-bahan makanan yang ada pada kapal dan harus dijaga tingkat kesegarannya agar kualitas dan kuantitas bahan makanan dalam kondisi segar dan layak untuk dikonsumsi. Salah satu komponen pendukung mesin pendingin adalah *compressor*.

Dalam system mesin pendingin fungsi dari minyak lumas adalah untuk melumasi *compressor*. Minyak lumas tersebut ditampung di dalam *crankcase* (ruang engkol) *compressor*. Bagian-bagian yang dilumasi antara lain : *bearing*, poros engkol, *silinder liner* dan bagian-bagian lain yang bergesekan. Tetapi pada kenyataan operasional kerja mesin pendingin, minyak lumas tersebut dapat juga menjadi penyebab terjadinya gangguan pada mesin pendingin.

Pada bab ini penulis akan menjelaskan gambaran umum terhadap materi atau obyek yang akan diteliti menggunakan metode *fault tree analysis* dan obyek yang diteliti adalah mesin pendingin yang ada di MV. Energy Midas yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

<i>Type Refrigerant Plant</i>	: DAIKIN RKS-5F for maine use
<i>Type Compressor</i>	: DAIKIN 2C582LE-CF
<i>Model Compressor</i>	: High Multi Cylinder
<i>Numb of cylinder</i>	: 2
<i>Bore</i>	: 58 mm
<i>Stroke length</i>	: 90 mm
<i>Speed</i>	: 700 rpm
<i>Type Electric motor</i>	: FBK 8/ 112 M
<i>Maker</i>	: CHUGOKU ELEC.CO.LTD
<i>Mach No</i>	: 980176
<i>Source</i>	: 3x440 volts, 60 hz
<i>Current</i>	: 6,6 Amps
<i>Output</i>	: 3,7 KW
<i>Speed</i>	: 1730 rpm
<i>Insulation class</i>	: "G"
<i>Type Condensor</i>	: Horizontal Shell and Tube
<i>Model Condensor</i>	: CSS2412D
<i>Type filter dryer</i>	: DX-164

Pada obyek yang diteliti oleh penulis tentang identifikasi kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan terhadap dengan metode *fault tree analysis* di MV. Energy Midas ini mempunyai beberapa bagian atau komponen yang penting yang sangat mempengaruhi kinerja *compressor*. Maka dari itu, penulis akan membahas satu per satu pada tiap-tiap bagian yang ada dan akan dibahas serta dianalisa bagaimana sistemnya bekerja dan bagian-bagian apa saja yang mempengaruhi kinerjanya, sehingga menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan dapat teratasi, dan mesin pendingin dapat berjalan secara normal dan sesuai apa yang diharapkan.

B. Analisa hasil penelitian

Mengidentifikasi kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan dengan metode *fault tree analysis*, mempunyai tahapan atau langkah-langkah yang berurutan agar dalam mencari suatu masalah utama atau *basic event* saling keterkaitan antara masalah utama dengan akar-akar permasalahan yang diteliti. Agar penyebab masalah dapat tercapai dengan tepat. Dalam pembuatan pohon kesalahan terdapat tahapan yang harus dilalui supaya pembuatan pohon kesalahan mencapai tujuannya, adapun tahapan itu diantaranya yaitu:

1. Menentukan tujuan yang akan dicapai dari *fault tree analysis*.

Tujuan *fault tree analysis* penulis adalah mengetahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan. Dari pembahasan tersebut di himbau untuk para masinis agar dapat menjadi pengalaman yang bermanfaat serta dapat menyelesaikan jika terjadi permasalahan seperti yang dibahas dalam penelitian ini.

2. Titik puncak masalah (*top event*)

Merupakan kondisi dimana masalah tersebut bisa dicari penyebab atau faktor dari masalah tersebut kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan terbagi menjadi beberapa faktor, dan masing-masing faktor dapat dijabarkan secara detail. Selanjutnya penulis akan memulai membuat struktur dari *fault tree analysis* untuk menjabarkan *top event*.

3. Definiskan batasan

Cakupan dari sistem serta harus diperhatikan aturan dari *fault tree analysis*. Pada langkah pertama membuat *fault tree analysis* akan didefinisikan kegunaan atau tujuan dari sistem tersebut, batasan fisiknya, batasan analisis, dan kondisi awal dari sistem.

a. Kegunaan dari sistem.

Sistem ini dirancang agar dapat mencari faktor kerusakan *compressor* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan.

b. Batasan fisik.

Sistem ini bekerja dengan baik jika semua komponen-komponen dari tiap-tiap bagian berfungsi dengan baik dan sesuai, khususnya pada *compressor*. Jika tidak berfungsi dengan baik maka akan menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan.

c. Batasan analisis.

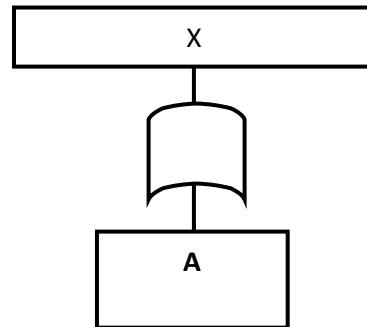
Batasan ini mencakup pada semua kemungkinan atau kontribusi yang bisa terjadi pada sistem pada *refrigerator*.

d. Kondisi awal.

Kondisi awal dari sistem ini adalah saat dimana semua komponen-komponen dari *refrigerator* berfungsi secara maksimal sehingga kinerja dari mesin tersebut mencapai nilai kerja yang maksimal

4. Memulai membuat *fault tree analysis*.

Disini akan diselidiki kejadian apa saja yang bisa mengakibatkan *top event* terjadi. Adapun pohon kesalahan dalam penelitian ini yaitu :



Gambar 4.1 Pohon kesalahan identifikasi kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan.

Keterangan:

X : Kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin makanan.

A : Menurunnya tekanan kompresi.

5. Penggunaan *aljabar boolean*.

Aljabar boolean merupakan aljabar yang berhubungan dengan variabel-variabel biner dan operasi-operasi logik. Operator-operator logik dasar yang berhubungan dengan variabel-variabel biner dan operasi-operasi logik.

Operator-operator logik dasar yang ada pada *aljabar boolean* adalah *and*, *or*. Operator *and* atau “dan” atau perkalian *boolean* mempunyai simbol $(.)$ dimana untuk $x \in B$ mempunyai nilai.

i. $1.1=1$ Rumus 4.1 $0.1=0$ Rumus 4.3

$1.0=0$ Rumus 4.2 $0.0=0$ Rumus 4.4

Operator *or* atau “atau” atau perkalian *boolean* mempunyai simbol $(+)$ dimana $x \in B$ mempunyai nilai.

$$1+1=1 \text{ Rumus 4.5} \quad 0+1=1 \text{ Rumus 4.7}$$

$$1+0=1 \text{ Rumus 4.6} \quad 0+0=0 \text{ Rumus 4.8}$$

Macam-macam gerbang logika yang penulis pakai dalam skripsi ini yaitu gerbang *or* dan gerbang *and*.

Tabel 4.1 Tabel kebenaran gerbang *OR*.

INPUT	OUTPUT
A	OR
0	0
0	0
1	1
1	1

Gerbang or akan berlogika 1 apabila salah satu atau semua input yang dimasukkan bernilai 1 dan apabila keluaran yang diinginkan berlogika 0 maka input yang dimasukkan harus bernilai 0 semua.

Tabel 4.2 Tabel kebenaran gerbang AND.

INPUT	OUTPUT
A	AND
0	0
0	0
1	1
1	1

Gerbang and akan berlogika 1 apabila semua input yang dimasukkan bernilai 1 dan apabila keluaran yang diinginkan berlogika 0 maka input yang dimasukkan harus bernilai 0 semua atau salah satu.

C. Pembahasan masalah

Pada operasional kerja dari *refrigerator* tidak selalu bekerja dengan baik dan maksimal, pasti akan ditemukan permasalahan-permasalahan baik itu dalam tingkat mendasar maupun harus dilakukan penanganan khusus. Tentunya keadaan seperti itu, jika terjadi secara terus menerus maka semakin lama akan timbulnya kerugian yang besar baik dalam segi fungsional maupun operasional.

Kurang maksimalnya kerja *compressor* pada *refrigerator* dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor dari *refrigerator* itu sendiri maupun faktor kesalahan manusia atau human eror dalam pengoperasiannya. Dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah mengidentifikasi kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan dengan metode FTA di MV. Energy Midas

Berikut ini faktor penyebab serta cara perawatan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan.

1. Faktor penyebab kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan.

Mesin pendingin berfungsi untuk mengawetkan bahan makanan dengan cara menyimpan di dalam ruangan dingin yang harus dijaga suhunya disesuaikan dengan sifat bahan yang disimpan, agar bahan makanan selalu dalam kondisi segar. Apabila mesin pendingin sudah beroperasi, kita harus selalu memantau operasinya kinerja mesin pendingin seperti menurunnya tekanan kompresi pada *compressor* dan

untuk mengetahui kondisi mesin pendingin beroperasi secara optimal. Karena saat mesin pendingin baru berjalan belum dapat langsung memenuhi kebutuhan pendinginan pada ruang pendingin. Untuk dapat mencapai suhu yang maksimal diperlukan waktu sampai beberapa jam. Dengan adanya kerusakan *compressor* pada *refrigerator* akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas bahan makanan yang ada.

Maka dari itu perlu dianalisa atau mengidentifikasi kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan dan cara perawatannya apa saja. Yang perlu diperhatikan adalah kinerja komponen-komponen mesin pendingin. *refrigerator* adalah salah satu komponen mesin pendingin yang sangat penting dalam sistem ini. Maka dari itu untuk menganalisa sistem yang bekerja suatu mesin yang beroperasi, harus diketahui bagaimana proses kerja dan fungsinya, agar suatu permasalahan dapat mendekati kebenaran dan ketepatan dalam menganalisa.

Menurut *Instruction Manual Book*, gangguan yang sering terjadi di MV. Energy Midas adalah terjadinya menurunnya tekanan kompresi. Semua faktor tersebut merupakan gangguan-gangguan kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan.

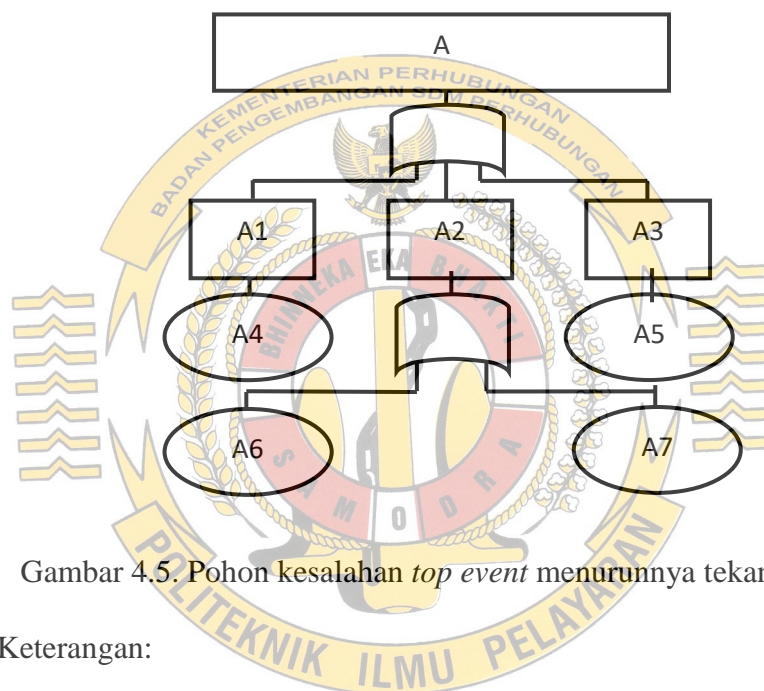
Berdasarkan wawancara *cadet* dengan Masinis III, “bahwa gangguan yang sering terjadi yaitu menurunnya tekanan kompresi”. Adapun wawancara tersebut dapat dilihat di lampiran 9.

Berdasarkan observasi selama menjadi *cadet* gangguan yang sering terjadi yaitu menurunnya tekanan kompresi. Faktor tersebut sering terjadi pada *compressor refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses

pendingin bahan makanan.

Dalam pembahasan masalah ini berdasarkan data pustaka, observasi wawancara dan analisis FTA gangguan yang sering terjadi di kapal pada *refrigerator* yaitu menurunnya tekanan kompresi.

Analisa penyebab *intermedit event* dalam penelitian ini adalah adanya masalah tentang menurunnya tekanan kompresi.



Gambar 4.5. Pohon kesalahan *top event* menurunnya tekanan kompresi.

Keterangan:

- A : Menurunnya tekanan kompresi.
- A1 : *Ring piston* yang patah.
- A2 : *Piston* rusak.
- A3 : *Cylinder liner* yang aus.
- A4 : Terjadi tekanan yang melebihi ketahanan *ring piston*.
- A5 : Sistem pelumasan pada *cylinder liner* yang kurang baik.
- A6 : Melebihi jam kerja *piston*.
- A7 : Sistem pelumasan pada *piston* yang bekerja kurang baik.

Cincin torak dipasang pada alur-alur di keliling torak dan berfungsi mencegah kebocoran antara permukaan torak dan silinder. Jumlah cincin torak bervariasi tergantung pada perbedaan tekanan antara sisi atas dan sisi bawah torak. (Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 2006: 210)

Torak harus cukup tebal untuk dapat menahan tekanan dan terbuat dari bahan yang cukup kuat. Untuk mengurangi gaya inersia dan getaran yang ditimbulkan oleh getaran bolak-balik, torak harus dirancang seringan mungkin. Bentuknya juga harus sesuai untuk dapat mengatasi pengaruh pemuaian karena pemanasan pada langkahkompresi. (Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 2006: 210)

Silinder harus cukup kuat untuk menahan tekanan yang ada. Permukaan dalam silinder harus disuperfinis sebab cincin torak akan meluncur pada permukaan ini. Untuk memancarkan panas yang timbul dari proses kompresi, dinding luar silinder diberi sirip-sirip. Sirip-sirip ini dimaksud untuk memperluas permukaan yang memancarkan panas pada kompresor dengan pendinginan udara. (Ir. Sularso, MSME dan Prof. Dr. Haruo Tahara, 2006: 210)

Fault tree yang pertama pada *top event* menurunnya tekanan kompresi bermasalah adalah *ring piston* yang patah.

Fungsi *ring piston* disini adalah sebagai penyekat dinding antara ruang kompresi dan *crankcase*, jika pada *ring piston* ini patah, sehingga hasil kompresi dapat bocor melalui *ring piston* yang patah, hal ini yang mengakibatkan turunnya hasil kompresi pada *compresor*. Karena *ringpiston* yang patah dapatditelusuri lagi penyebab-penyebabnya maka *ringpiston* yang patah ini tidak merupakan *basic event* pada kompresor bermasalah.

Patahnya *ring piston* dipengaruhi oleh tekanan pada ruang kompresi terlalu tinggi melebihi batas kekuatan ketahanan pada *ring piston*. Hal ini bisa terjadi karena fungsi dari alat keamanan *hight pressure switch* tidak bekerja dengan baik. Jika *hight pressure switch* bekerja dengan baik, pada

saat tekanan pada silinder telah mencapai batas atas, maka *high pressure switch* akan memerintahkan *compressor* untuk berhenti melakukan kompresi, sehingga tidak ada lagi tekanan yang dihasilkan jika *compressor* mati, dan *ring piston* tidak akan menerima tekanan yang di atas tingkat ketahanannya.

Masalah kedua yang terjadi yaitu *piston* yang rusak.

Rusaknya *piston* pada *compressor* sangat berpengaruh sekali terhadap hasil kompresi yang dihasilkan, karena pada *piston* inilah proses menghisap dan menekan media pendingin berlangsung. Maka dari itu jika *piston* rusak, sangat berpengaruh sekali terhadap pengompresian media pendingin. Pada masalah rusaknya *piston* dapat ditelusuri lebih lanjut sebabnya pada *fault tree* selanjutnya.

Piston yang rusak dapat dipengaruhi oleh dua sebab, yang pertama yaitu sistem pelumasan pada *piston* yang bekerja tidak baik, karena pada dasarnya *piston* yang bergerak secara terus menerus membutuhkan pelumasan dan pendinginan untuk mendukung kinerjanya, jadi jika sistem pelumasan dan pendinginan tidak bekerja tidak baik lama kelamaan akan menyebabkan kerusakan pada *piston*.

Yang kedua adalah melebihi jam kerja *piston*.

Semua alat yang digunakan untuk bekerja pasti mempunyai ketahanan kerja, jadi jika ketahanan kerja pada suatu benda sudah terlampaui pasti hasilnya tidak akan maksimal.

Masalah ketiga yaitu *cylinder liner* yang aus (*over size*).

Pada *cylinder* inilah tempat terjadinya proses menghisap dan menekan media pendingin oleh *piston*, jika *cylinder liner*nya memiliki ukuran yang lebih besar dari ukuran normal, maka pada proses kompresi sangat mudah terjadi kebocoran, sehingga mengakibatkan proses kompresi menurun. Pada hal ini ausnya *cylinder liner* dapat ditelusuri lagi penyebabnya.

Cylinder liner yang aus. *Cylinder liner* merupakan tempat *piston* dan *ring piston* berada, untuk proses hisap dan tekan menghasilkan kompresi. Jika pada *cylinder liner* sistem pelumasan dan pendinginannya bekerja kurang baik maka, lama-kelamaan *cylinder* ini akan aus karena terjadi gesekan antara *piston* dan *ring piston* yang terjadi terus menerus, akibat dari gesekan ini akan mempengaruhi kondisi *cylinder*.

Dari data diatas dapat dijabarkan menggunakan aljabar *boolean* menggunakan gerbang logika *OR*, karena dari masing-masing *basic event* tidak saling mempengaruhi dan tidak saling terjadi.

Tabel 4.3 Tabel kebenaran pada *top event* menurunnya tekanan kompresi.

<i>Ring piston</i> yang patah (A1)	<i>Piston</i> rusak (A2)	<i>Cylinder liner</i> yang aus (A3)	Menurunnya tekanan kompresi/output (A)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Tabel 4.4 Tabel kebenaran *basic event* pada *piston* rusak.

Sistem pelumas pada <i>piston</i> yang bekerja kurang baik (A5)	Melebihi jam kerja <i>piston</i> (A6)	<i>Piston</i> rusak/output (A2)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Dari gambar di atas dapat ditarik persamaan *booleannya*:

$$A = A1 + A2 + A3$$

$$A1 = A4$$

$$A2 = A6 + A7$$

$$A3 = A5$$

Menggunakan pendekatan dari atas ke bawah, di dapat:

$$A = A1 + A2 + A3 \quad (\text{karena } A1=A4, A2=A6+A7, A3=A5) = (A4) + (A5) + (A6) + (A7)$$

Hasil analisa kualitatif dari identifikasi kerusakan *compressor* pada *refrierator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan dengan *top event* yaitu menurunnya tekanan kompresi adalah *top event* terjadi jika kejadian di bawah ini terjadi, yaitu:

B4 : Terjadi tekanan yang melebihi ketahanan *ring piston*.

B5 : Sistem pelumasan yang kurang baik.

B6 : Melebihi jam kerja *piston*.

B7 : Sistem pelumasan pada *piston* yang bekerja kurang baik.

Dalam pembahasan masalah ini dengan data pustaka, observasi, wawancara dan *Fault Tree Anlysis* (FTA). Berdasarkan observasi selama

menjadi *cadet*, gangguan yang sering terjadi di MV. Energy Midas pada *compressor* adalah menurunnya tekanan kompresi.

Basic event pertama adalah patahnya *ring piston* dipengaruhi oleh tekanan pada ruang kompresi terlalu tinggi melebihi batas kekuatan ketahanan pada *ring piston*. Hal ini bisa terjadi karena fungsi dari alat keamanan *highpressure switch* tidak bekerja dengan baik. Jika *high pressure switch* bekerja dengan baik, pada saat tekanan pada *cylinder* telah mencapai batas atas, maka *high pressure switch* akan memerintahkan *compressor* untuk berhenti melakukan kompresi, sehingga tidak ada lagi tekanan yang dihasilkan jika *compressor* mati, dan *ring piston* tidak akan menerima tekanan yang di atas tingkat ketahanannya.

Basic event yang kedua adalah sistem pelumasan yang kurang baik, jika pada *cylinder liner* sistem pelumasan dan pendinginannya bekerja kurang baik maka, lama-kelamaan *cylinder* ini akan aus karena terjadi gesekan antara *piston* dan *ring piston* yang terjadi terus menerus, akibat dari gesekan ini akan mempengaruhi kondisi *cylinder*.

Basic event yang ketiga adalah melebihi jam kerja *piston*, semua alat yang digunakan untuk bekerja pasti mempunyai ketahanan kerja, jadi jika ketahanan kerja pada suatu benda sudah terlampaui pasti hasilnya tidak akan maksimal.

Basic event yang keempat adalah sistem pelumasan pada *piston* yang bekerja kurang baik, karena pada dasarnya *piston* yang bergerak secara terus menerus membutuhkan pelumasan dan pendinginan untuk

mendukung kinerjanya, jadi jika sistem pelumasan dan pendinginan tidak berkerja tidak baik lama kelamaan akan menyebabkan kerusakan pada *piston*.

Dari hasil studi pustaka yang dilakukan penulis, penulis menemukan adanya penyebab menurunnya tekanan kompresi hal ini membuktikan terjadinya kerusakan *compressor* pada *refrigerator*.

- 1) Terjadinya viskositas minyak lumas.
- 2) Tekanan *compressor* sangat rendah.
- 3) *Compressor* beroperasi terus menerus (tidak dapat mati secara otomatis)

Jika keadaan sudah demikian, peredaran dari gas yang berhubungan dengan proses pendinginan terganggu. Misalnya proses pendinginan sangat lambat atau tidak dapat mencapai titik beku.

2. Perawatan *compressor* pada *refrigerator* agar proses pendingin bahan makanan bekerja secara optimal dengan melakukan tindakan sebagai berikut :
 - a. Melakukan perawatan terhadap instalasi mesin pendingin, yaitu dengan sistem perawatan terencana (*Planned Maintenance System*).

Planned maintenance system terdiri dari banyak elemen seperti perencanaan, pelaksanaan kerja, pencatatan dan evaluasi. Tujuan dari sistem ini adalah menyusun rencana dan operasional kerja di atas kapal yang sudah ditetapkan oleh perusahaan yang bertanggung jawab atas manajemen operasional dan berdasarkan ISM (*International Safety Management*). Sistem ini dapat memberikan

kesinambungan perawatan, sehingga masinis di atas kapal dapat melaksanakan program perawatan yang tidak tumpah tindih. Selain itu, pengorganisasian pekerjaan yang telah dikelompokkan akan memudahkan terjadinya proses perawatan perbaikan. Empat langkah dasar perawatan yang sesuai dengan manajemen perawatan adalah sebagai berikut :

1) Perencanaan

Perawatan dan pemeliharaan terhadap permesinan pada sistem penyuplaian bahan bakar methane memerlukan perencanaan, agar lebih sederhana dan efisien. Perawatan pekerjaan rutin dikumpulkan kedalam suatu rencana yang didasarkan pada buku petunjuk yang ada. Suatu pekerjaan harus dicatat sebagai awal pekerjaan sehingga, jika ada perawatan yang masih diragukan dapat dikontrol.

2) Pelaksanaan Kerja

Di dalam pekerjaan perawatan semua komponen harus dikontrol, artinya setiap penyimpangan sekecil apapun harus segera diperbaiki. Hal ini bertujuan untuk mencegah kerusakan yang lebih fatal.

3) Pencatatan dan pelaporan

Semua pekerjaan yang telah dilakukan harus dicatat secara terperinci. Catatan ini harus ditulis pada buku harian mesin (*engine log book*), sehingga akan diketahui ketika akan melakukan perbaikan.

4) Evaluasi dan revisi

Dengan adanya catatan dari buku harian mesin, apabila terjadi kerusakan dan tidak dapat diketahui dengan jelas penyebabnya, maka catatan terdahulu dari buku harian mesin dapat dievaluasi agar dapat diketahui penyebab terjadinya kerusakan.

- b. Melakukan perawatan berencana sesuai dengan buku petunjuk operasional.

Langkah-langkah perawatan berencana sesuai dengan buku petunjuk operasional *refrigerator* :

- 1) Terjadinya tekanan yang melebihi ketahanan *ring piston*.
 - a) Cek pada alat pengaman beroperasinya mesin pendingin yaitu *dual pressure switch*.
 - b) Jika terjadi kerusakan lakukan perbaikan, dan jika tidak dapat diperbaiki ganti dengan yang baru sesuai seri dan tipe yang sama.
- 2) Sistem pelumasan pada *piston* yang bekerja kurang baik.
 - a) Cek level minyak lumas pada *crankcase* kompresor.
 - b) Jika pada kondisi *low level*, buka penutup *crankcase* pada kompresor.
 - c) Tambahkan minyak lumas dengan seri dan tipe yang sama.
 - d) Jangan lupa tutup kembali tutup ruang *crankcase*, agar tidak ada kotoran dari luar yang masuk kedalam ruang *crankcase* kompresor.
 - e) Cek level minyak lumas dalam keadaan bekerja, jika level minyak lumas berkurang, tambahkan lagi.

- 3) Melebihi jam kerja *piston*.
 - a) Agar tidak terjadi melebihi jam kerja pada *piston*, buatlah PMS (*Planned Maintenance System*).
 - b) Catat kapan mulai pemasangan *piston* dan kapan beroperasinya.
 - c) Sesuaikan berapa lama jam kerja *piston* sesuai *manual book*.
 - d) Jika sudah memenuhi jam kerja segera lakukan pergantian.
 - 4) Sistem pelumasan yang kurang baik.
 - a) Cek keadaan atau kondisi minyak lumas dikhawatirkan karena jam kerja yang sudah lama mengakibatkan minyak menjadi kotor dan banyak karat.
 - b) Jika didapatkan *oil level* rendah atau habis maka tambahkan minyak lumas dengan seri yang sama dengan membuka tutup *crankcase* pada kompresor.
 - c) Tutup kembali tutup *crankcase* setelah pengisian minyak lumas selesai untuk menghindari adanya kotoran yang ikut masuk.
 - d) Cek dan pastikan minyak lumas bekerja dengan baik dan minyak lumas tidak terlalu sedikit dan terlalu banyak.
- c. Berdasarkan wawancara yang penulis lakukan dengan Masinis III, “bahwa untuk mengetahui turunnya tekanan kompresi. Adapun cara untuk mengatasi turunnya tekanan kompresi sebagai berikut:

1) Hal pertama yang harus diperhatikan untuk mengatasi masalah ini adalah level minyak dalam gelas duga. Apabila dalam operasi normal level minyak lumpur turun terus menerus dapat dipastikan minyak lumpur ikut beredar bersama *freon* dan tidak kembali ke dalam ruang engkol *compressor*. Indikasi dari ikut beredarnya minyak lumpur adalah suhu ruang pendingin tidak akan optimal temperaturnya. Ruang pendingin akan menjadi semakin panas.

Untuk menanggulangi hal ini cara-cara yang harus dilakukan adalah:

a) Untuk permasalahan yang disebabkan oleh ausnya komponen dari *compressor*, maka untuk menanggulangnya *compressor* tersebut harus di *overhaul* dan bagian-bagian yang sudah aus harus diganti. Proses *overhaul compressor* :

b) Persiapan *overhaul*:

Untuk melaksanakan *overhaul* yang harus dilakukan adalah mematikan sistem terlebih dahulu. Proses mematikan *compressor* secara otomatis :

- i). Memvakum (mengumpulkan) *freon* ke dalam kondensor dengan menutup katup keluar *freon* cair dari kondensor.
- ii). Membiarkan *compressor* mati secara otomatis setelah keadaan *vaccum*.
- iii). Mematikan *blower* dan pompa pendingin untuk kondensor.

- iv). Setelah *compressor* mati, matikan sumber listrik pada *main switchboard*.
- v). Menutup semua katup yang berhubungan dengan *compressor* (katup isap dan katup tekan)
- vi). Melepas semua pipa yang berhubungan dengan *compressor*,
- vii). Melepas *V belt* yang menghubungkan *compressor* dengan motor listrik.

viii). Mengangkat *compressor* dari dudukannya dan lakukan pembongkaran pada tempat yang luas.

c) Pembongkaran :

- i). Melepaskan silinder *head cover* dan mekanisme katupnya.
- ii). Mengeluarkan minyak lumas dari *crankcase* (ruang engkol) *compressor*.
- iii). Membuka cover penutup *crankcase* (ruang engkol).
- iv). Melepaskan baut pengikat *crankpin bearing* (bantalan).
- v). Mengambil/mencabut rangkaian piston dan batang piston dengan mendorong ke bagian atas silinder.
- vi). Mengeluarkan *crankshaft* (poros) dari *crankcase* dengan melalui sisi samping *crankcase*.

d) Pemeriksaan :

Setelah *compressor* dalam keadaan terbongkar, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemeriksaan dan

pengukuran. Dalam pemeriksaan dan pengukuran yang perlu untuk diketahui adalah keausannya, keretakan, kelialusan dari silinder liner. Pada bagian poros dan bantalannya juga perlu diukur tingkat keausannya. Apabila dari komponen-komponen tersebut keausannya sudah melewati batas maksimal maka perlu untuk diganti baru.

Dalam melakukan pengukuran hal terpenting yang harus diperhatikan selalu mengacu pada *instruction manual book*.

e) Pemasangan dan Pengetesan :

Setelah semua komponen diperiksa dan dibersihkan langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah memasang kembali komponen yang dalam keadaan terlepas. Dalam proses pemasangan ada banyak hal yang harus diperhatikan. Mulai dari prosedur, keselamatan kerja sampai bagian-bagian kecil seperti *ring* dan *O ring* yang sering terlupa. Adapun langkah dalam pemasangan *compressor* adalah kebalikan dari proses pembongkaran.

f) Pemasangan *compressor* :

- i). Memasukkan *crankshaft* (poros) dari *crankcase* dengan melalui sisi samping *crankcase*. Memasukkan rangkaian piston dan batang piston dengan mendorong ke bagian atas *silinder*.
- ii). Mengikat baut pengikat *Crankpin bearing* (bantalan).
- iii). Menutup *cover* penutup *crankcase* (ruang engkol).

- iv). Mengisi minyak lumas dari dalam *crankcase* (ruang engkol), isi minyak lumasnya 1/2 dari ukuran gelas duga.
- v). Memasang *silinder head cover* dan mekanisme katupnya. Setelah semua komponen terpasang langkah berikutnya adalah pengetesan. Sebelum *compressor* dites *compressor* harus dipasang dulu pada dudukannya. saat *compressor* dipasang pada dudukannya, baut pondasi harus diikat dengan kuat. Pasang *V belt* yang menghubungkan motor dengan *compressor*, dalam pemasangan *V belt* tidak boleh terlalu kuat ataupun kendur. Pasang juga semua pipa-pipa dan *valve* yang dilepas. setelah *compressor* terpasang dengan baik, langkah berikutnya adalah membuang angin dari system.

g) Langkah-langkah pembuangan angin adalah :

- i). Biarkan katup keluarnya *freon* dari kondensor tetap tertutup.
- ii). Menutup saluran tekan freon yang menuju *oil separator* atau
- iii). Melepaskan *manometer* pengukur tekanan pada sisi tekan *compressor*.
- iv). Apabila tekanan isap *compressor* sudah mencapai antara 0kg/cm² sampai 0,2 kg/cm² dapat dipastikan udara

dalam system sudah habis.

- v). Mematikan *compressor* dan pasang kembali *manometer* pada sisi tekannya. Setelah angin dalam system dibuang langkah berikutnya adalah menjalankan *compressor*. Untuk menjalankan *compressor* adalah langsung dengan pada posisi otomatis.

h) Langkah-langkah menjalankan (*compressor* adalah sebagai berikut):

- i). Menjalankan *blower* yang ada pada kamar pendingin.
- ii). Menjalankan pompa pendingin *kondensor*.
- iii). Membuka katup isap dan katup tekan *compressor*, katup masuknya *freon* dan keluarnya pada *kondensor*
- iv). Memposisikan *Switch* pada posisi *Auto running*, maka *compressor* akan jalan dengan sendirinya.
- v). Apabila *compressor* belum juga jalan, tekan tombol reset pada *switchboard*.

Apabila mesin pendingin sudah berjalan, kita harus selalu memantau operasinya. Karena saat mesin pendingin baru berjalan belum dapat langsung memenuhi kebutuhan pendinginan pada ruang pendingin. Untuk dapat mencapai suhu optimal harus ditunggu sampai beberapa jam. Yang perlu diperhatikan juga adalah tinggi minyak lumas dalam gelas duga, jumlah *freon*, tekanan isap, tekan, tekanan minyak lumas dan tekanan air

pendingin. (untuk proses penambahan minyak lumas dan *freon* dijelaskan pada perawatan).

i) Langkah-langkah mengurangi jumlah minyak lumas dari dalam carter :

i). Mematikan *compressor*, dengan cara menutup saluran keluar *freon* dari kondensor.

ii). Apabila keadaan isap dari *compressor* sudah *vaccum* maka *compressor* akan mati dengan sendirinya secara otomatis.

iii). Mematikan sumber listrik pada *switchboard panel*,

iv). Menutup katup isap dan tekan *compressor*.

v). Mengeluarkan minyak lumas dari lubang yang ada pada sisi bawah carter *compressor*, sampai batas V_1 dari gelas duga minyak lumas yang ada pada *compressor*.

j) Melakukan *overhaul* pada *compressor*.

Mematikan *compressor* memvacum (mengumpulkan). *freon* ke dalam kondensor dengan menutup katup keluar *freon* cair dari kondensor, agar *freon* tidak banyak yang terbang.

Membiarkan *compressor* mati secara otomatis setelah keadaan *vacum*. Arus ke motor *compressor* akan diputus otomatis oleh *low pressure switch control*.

Mematikan pompa pendingin untuk kondensor. Kontak untuk sistem kondensasi dan pompa akan mati. Setelah *compressor* mati, matikan sumber listrik pada main *switchboard*. Kontak pada ACB ke sistem *compressor* terputus. Menutup semua katup yang berhubungan dengan *compressor* (katup isap dan

katup tekan). Tahap ini dilakukan agar tidak mengalir lagi tekanan *freon* ke *compressor*. Melepas semua pipa yang berhubungan dengan *compressor*. Pipa utama isap dan tekan, serta aksesoris pipa yang terpasang ke kontrol tekanan *freon* dan minyak pelumas harus dilepas. Melepas *V belt* yang menghubungkan *compressor*.

k) Pembongkaran dan pembersihan terhadap *oil separator*.

Langkah-langkah pembongkaran *oil Separator* adalah sebagai berikut :

- i). Memvaccum (mengumpulkan) *freon* ke dalam kondensor dengan menutup katup keluar *freon* cair dari kondensor.
- ii). Biarkan *compressor* mati secara otomatis setelah keadaan vaccum.
- iii). Mematikan *blower* dan pompa pendingin untuk kondensor.
- iv). Setelah *compressor* mati, matikan sumber listrik pada main *switchboard*
- v). Menutup katup yang menghubungkan saluran termasuk *valve* keluar *oil separator*
- vi). Melepaskan *oil separator* dari hubungannya dengan *compressor* dan kondensor.
- vii). Melakukan pembongkaran terhadap *oil separator*,
- viii). Dalam proses pembongkaran yang perlu diperhatikan adalah kondisi dari pelampung, jarum saluran minyak, engsel pelampung. Dan juga bersihkan semua kotoran yang menempel pada dinding *oil separator*, saluran kembalinya minyak lumas ke carter *compressor*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan permasalahan yang telah diuraikan tentang identifikasi kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan dengan metode FTA di MV. Energy Midas, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode *fault tree analysis* maka diperoleh *basic event* atau faktor-faktor yang tidak dapat lagi dicari penyebabnya yang dapat mempengaruhi kerusakan *compressor* yang disebabkan oleh adanya kerusakan dan juga kinerja alat otomatis yang membantu sistem.
2. Setelah diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi penyebab kerusakan *compressor* pada *refrigerator*, maka jika terdapat suatu masalah pada kompresor dapat dilakukan dengan cara penggantian, perawatan, perbaikan dengan pembongkaran pada bagian yang mengalami masalah.

B. Saran

Berdasarkan dari kesimpulan yang sudah diuraikan dan diberikan solusi untuk pemecahannya, agar komponen mesin pendingin yaitu kerja *compressor* terhadap mesin pendingin dapat bekerja dengan baik. Untuk itu, penulis akan memaparkan saran-sarannya sebagai berikut:

1. Sebaiknya membuat PMS (*Planned Maintenance System*) terhadap *compressor* supaya tidak terjadi kelebihan jam kerja pada komponen-komponen yang terdapat pada *compressor* yang dapat menyebabkan

penurunan kinerja *compressor*, sehingga dengan pembuatan *compressor* dapat beroperasi dan bekerja dengan maksimal.

2. Sebaiknya masinis jaga atau masinis yang bertanggung jawab pada hari tertentu dalam menjaga dan mengoperasikan mesin pendingin harus sesuai dengan *instruction manual book* mesin pendingin dengan baik dan benar.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahmat Fathoni, 2011, *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Amad Narto, 2014, *Permesinan Bantu (Auxiliary Machinery)*, PIP Semarang, Semarang.
- G. F. Hundy.et.al, 2016, *Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Fifth Edition*, Butterworth Heinemann is an Imprint Of Elsevier, USA.
- Instruction Manual Book, 2014, *Provision Refrigerant Plant*, DAIKIN, Marine, use.
- Sumanto. 2001. *Dasar - dasar Mesin Pendingin*. Andi, Yogjakarta.
- Jean Marie Flaus, 2013, *Risk Analysis Socio-technical and Industrial System*, ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc, USA.
- Mikrajudin Abdullah, 2016, *Fisika Dasar I*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Susatyo Nugroho W.P, dkk, 2013, *Fault Tree Analysis*,
<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/jgti/article/viewFile/2136/1878> diakses tanggal 14 November 2016
- <http://www.maritimeworld.web.id/2014/04/bagian-bagian-mesin-pendingin-refrigasi.html> diakses pada tanggal 25 Desember 2016
- Tim PIP Semarang 2016, *Pedoman Penyusunan Skripsi Jenjang Pendidikan DIPLOMA IV*
- Itha Sartika, 2011, *Pengertian dan criteria Penelitian yang Baik*,
<http://ithasartika91.blogspot.co.id/2011/06/pengertian-dan-kriteria-penelitianyang.html> diakses pada tanggal 29 Oktober 2016
- Sularso, Tahara, Haruo. 2006, *Pompa dan Kompresor*, Jakarta: PT.Penebar Swadaya.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Ari Hidayat
Tempat, Tanggal Lahir : Grobogan, 20 Januari 1993
NIT : 49124621 T
Alamat Asal : Kp. Pacet RT 006/RW 008, Desa Cipendawa

Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur

Nama Orang Tua : Sukir – Siti Kholidah

Riwayat Pendidikan

Lulus Sekolah Dasar : MI Yasua Pilang Wetan Lulus Tahun 2005
Lulus SLTP : MTS Yasua Pilang Wetan Lulus Tahun 2008
Lulus SLTA : SMA PGRI 89 Cipanas Lulus Tahun 2011
Perguruan Tinggi : PIP Semarang

Pengalaman Praktek/ Prola

MV. ENERGY MIDAS, milik PT. KARYA SUMBER ENERGY (KSE)

Lampiran 1

Gambar 1 Mesin Pendingin (*Refrigerator*).



Lampiran 2

Gambar 2. Compressor



Lampiran 3

Gambar 3 Ref. Provision Chamber Specification & Design Condition, Intuction Manual Book.

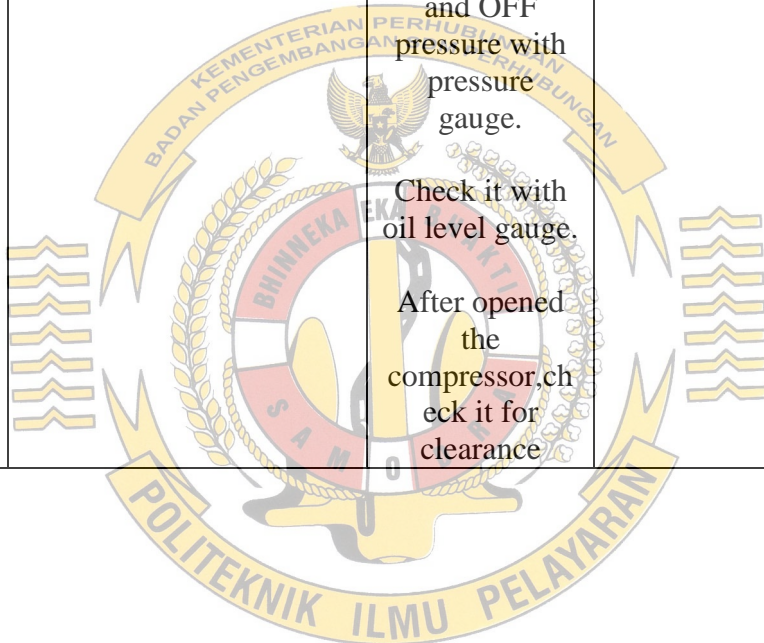
Chamber	Volume (m3)	Temperature (*C)	COOLER TYPE
MEAT ROOM	13.2	-20	Unit cooler
FISH ROOM	13.2	-20	Unit cooler
VEGETABLE ROOM	21.5	+ 2	Unit cooler
LOBBY	11.9	Ab. + 4	Return coil
TOTAL	Ab. 60		

Lampiran 4

Gambar 4 Lampiran perawatan berkala sesuai dengan Manual Book Compressor.

Time of inpection	Inspection items	Point	Standards for judgment
Daily	<ul style="list-style-type: none"> Lubrication oil in the compressor Discharge pressure Oil pressure Condenser water temperature Vibration and nois 	<ul style="list-style-type: none"> Check it by oil gauge. Check it by discharge pressure gauge Check it by pressure gauge Check it by thermometer Auscultation and palpation 	<ul style="list-style-type: none"> Oil level should be at the centre of the oil gauge and oil should be clean. Refer to the specifications (temperature or pressure). Suction pressure +3~5 kg/cm². Range around 3 ~ 10°C No abnormal vibration and noise
Every 3 months	<ul style="list-style-type: none"> Refrigrant leakage from the refrigeration system Tension of V belt Cleaning the condenser Corrosion-proof galvanized plate 	<ul style="list-style-type: none"> Check it with ages detector or suapsuds Remove the head and rear covers and check and clean the condenser 	<ul style="list-style-type: none"> No reaction. Slack of approx 10mm. Replace it if it was worn half

<p>Annually</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Check the dual pressure switch for is OFF pressure • Compressor lubrication system • Chrcck threcompressor opened 	<p>High pressure side.. stop condenser water and check OFF pressure with pressure gauge.</p> <p>Low pressure side... close the condenser outlet valve and OFF pressure with pressure gauge.</p> <p>Check it with oil level gauge.</p> <p>After opened the compressor, check it for clearance</p>	<p>Pressure setting within +10 – 1.5 kg/cm²</p> <p>Pressure setting within ± 0.2 kg/cm².</p> <p>Replace oil with new oil refer to the repairing standards (page 16)</p>
-----------------	---	--	---



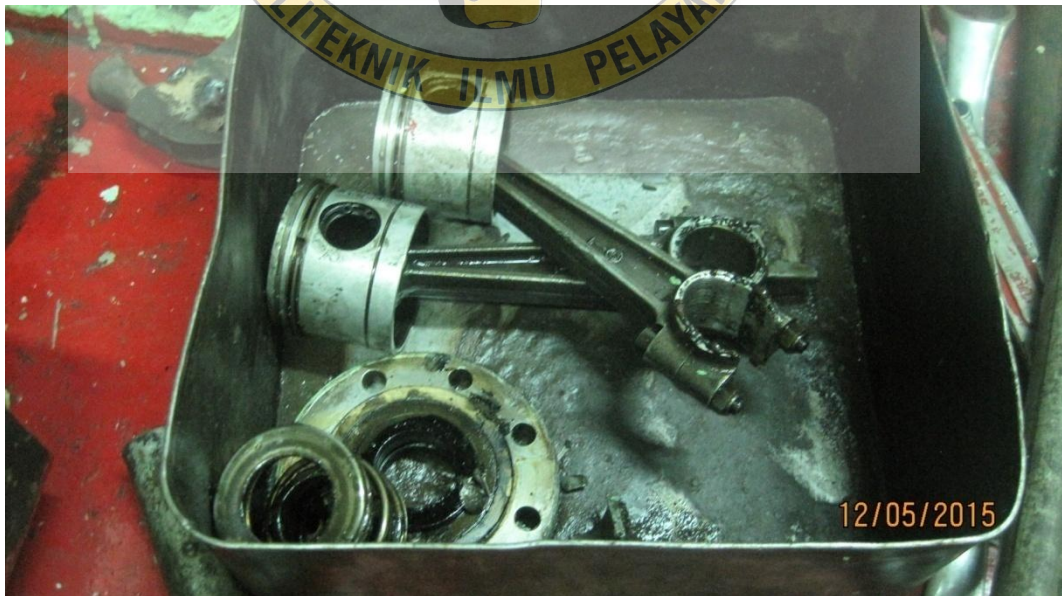
Lampiran 5

Gambar 5. Ring Piston



Lampiran 6

Gambar 6. Ring Piston dan Cylinder Liner



Lampiran 7

Gambar 7. *High and Low Pressure Control*



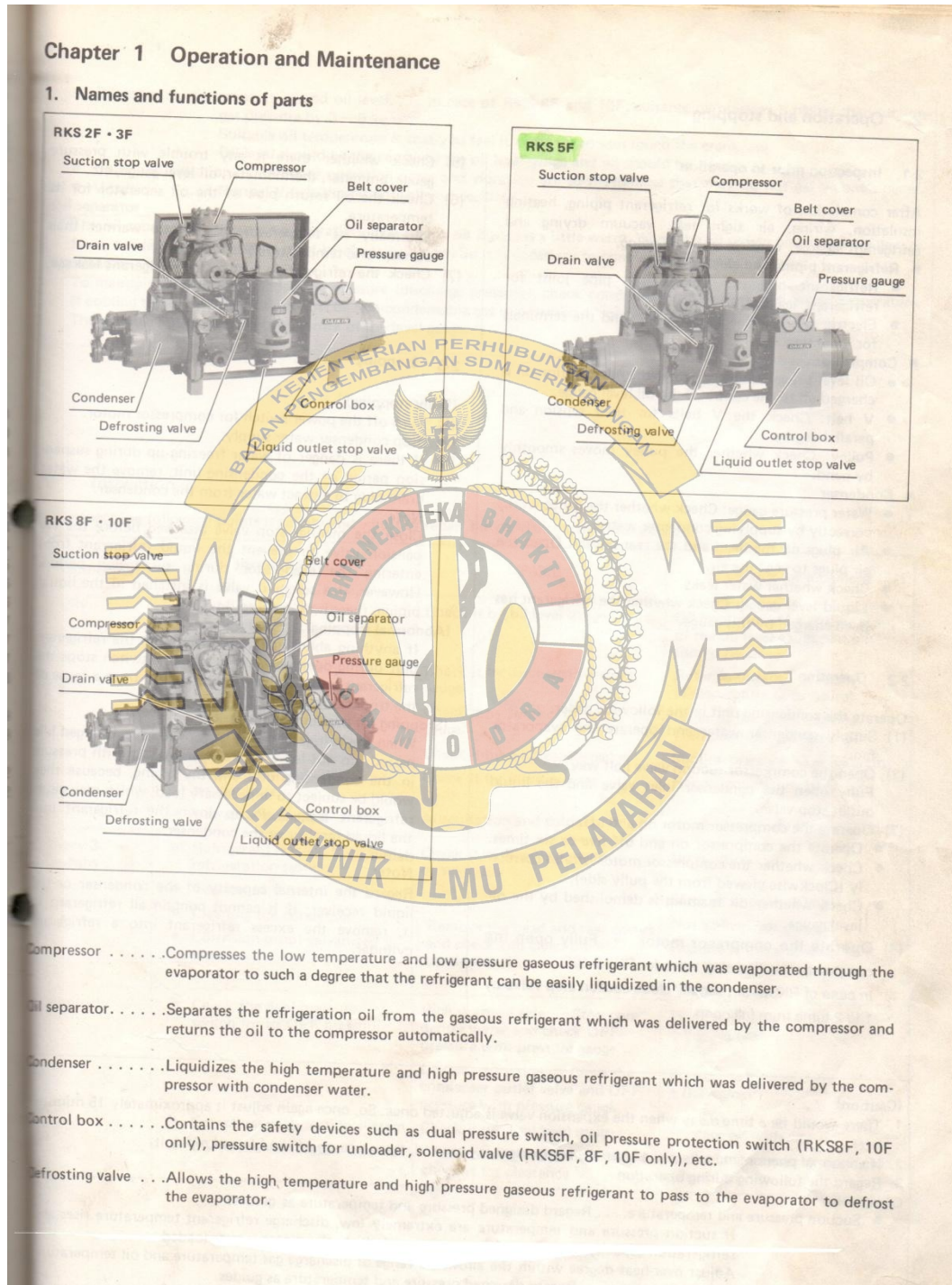
Lampiran 8

Gambar 8. *High and Low Pressure Control.*



Lampiran 10

Data-data *Compressor Refrigerator*



2. Operation and stopping

2-1. Inspection prior to operation

After completion of works for refrigerant piping, heating insulation, wiring, air tight test, vacuum drying and refrigerant charge, confirm the following.

■ Refrigerant piping and electric system

- Refrigerant piping: Check each pipe joint for refrigerant leakage.
- Electric system: Check the wiring and the terminals for loosening.

■ Compressor

- Oil level gauge: Check whether the refrigeration oil is charged up to the centre of the oil level gauge.
- V belt: Check the V belts for their tension and parallel degree.
- Pulley: Check whether the pulley moves smoothly by hand.

■ Condenser

- Water pressure gauge: Check whether the gauge works correctly by supplying condenser water.
- Air plugs on the head and the rear covers: Open the air plugs to vent the air.
- Check whether water leaks.
- Liquid level gauge: Check whether the refrigerant has been charged by this gauge.

2-2. Operation

Operate the condensing unit in the following order.

- (1) Supply condenser water and operate the evaporator fan.
- (2) Open the compressor suction valve half way. Fully open the condenser inlet valve and the liquid outlet stop valve.
- (3) Operate the compressor motor on and off.
 - Operate the compressor on and off five or six times.
 - Check whether the compressor motor rotates correctly (Clockwise viewed from the pulley side).
 - Check whether oil foaming is demolished by the oil level gauge.
- (4) Operate the compressor motor → Fully open the compressor suction stop valve for RKS8-10F.

In case of RKS2-5F, slightly close suction stop valve by 1 to 2 turns from full open.

- (5) Check whether there is any trouble with pressure gauge, ammeter, thermometer, oil level gauge, etc.
- (6) Check the oil return pipe of the oil separator for its temperature.
(Normally its temperature is a little warmer than atmospheric temperature.)
- (7) Check the refrigeration system for refrigerant leakage.

2-3 Stopping

(Daily stopping)

- (1) Turn off the power switch for compressor motor.
- (2) Stop condenser water supply.
- (3) If there is danger of water freezing up during suspension period of the condensing unit, remove the water drain plug to extract water from the condenser.

Note:

Close the manual stop valve attached before the expansion valve to prevent the liquid refrigerant from entering the evaporator during suspension period.

However, if a solenoid valve is installed in the liquid piping, there is no need to do so.

(Abnormal stopping)

If anything abnormal takes place with the refrigerant unit during operation, the protection switch stops the refrigerant unit. In this case, be sure to trace a cause of the trouble and repair it if necessary.

(Stopping for prolonged idle period)

When the refrigerant unit is stopped for prolonged idle period, do not leave the refrigerant unit with pressure in the condensing unit and the piping, because they would be subject to unnecessary load, which may cause refrigerant leakage. Pump down the refrigerant into the liquid receiver or the condenser.

Note:

Regard the internal capacity of the condenser or the liquid receiver; if it cannot contain all refrigerant in it, remove the excess refrigerant into a refrigerant cylinder.

(Caution)

1. There would be a time delay when the expansion valve is adjusted once. So, once again adjust it approximately 15 minutes later.
2. If abnormal phenomena take place after the compressor is operated, trace a cause of trouble and repair it.
3. Regard the following during operation

Compressor

- Suction pressure and temperature. . . . Regard designed pressure and temperature as guides.

If suction pressure and temperature are extremely low, discharge refrigerant temperature rises and refrigeration capacity reduces. If they are extremely high, the motor is over-loaded. Adjust over-heat degree within the allowable range of discharge gas temperature and oil temperature.

- Discharge pressure and temperature. . . . Regard designed pressure and temperature as guides.

Be sure to operate the condensing unit with discharge gas temperature under 130°C. When condenser water temperature is low, adjust condenser water valve so that discharge pressure can be controlled over approx. 10 kg/cm² G. (When R-22 is used).

- Oil pressure, oil temperature and oil level. . . In case of RKS 8F and 10F, suitable oil pressure is higher than suction gas pressure by 3 ~ 5 kg/cm².
Suitable oil temperature is that you feel it warm when you touch the crankcase.
Oil level should be the centre of the oil level gauge and oil should be clean.
- Noise and vibration. . . Normal operation noise and vibration are so rhythmical that they do not get on one's nerve.
- V belt. Normal V belt should not roll and oscillate.

Oil separator

The oil separator is hot during operation. The return oil piping is a little warm. When the oil return piping gathers dew or frost, condensing temperature must be abnormally low. So it is necessary to control cooling water volume.

Condenser

To maintain appropriate condensing pressure (discharge pressure), check condenser water volume and water temperature. If cooling tubes are clogged with dust or non-condensable gas is intermixed, condensing pressure rises. The suitable liquid level is at the centre of the level gauge.

3. Inspection

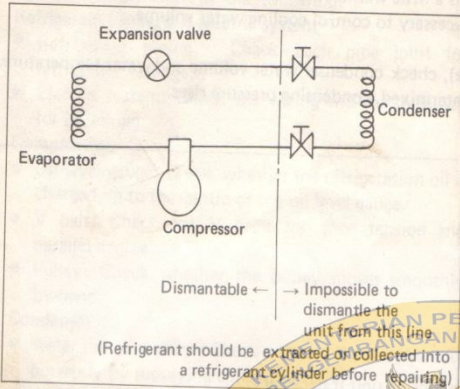
Inspect the following points regularly and adjust or repair the condensing unit if necessary.

Time of inspection	Inspection items	Points	Standards for judgment
Daily	<ul style="list-style-type: none"> ● Lubrication oil in the compressor ● Discharge pressure ● Suction pressure ● Oil pressure ● Condenser water temperature ● Vibration and noise 	<ul style="list-style-type: none"> Check it by oil level gauge Check it by discharge pressure gauge Check it by suction pressure gauge Check it by oil pressure gauge Check it by thermometer Auscultation and palpation 	<ul style="list-style-type: none"> Oil level should be at the centre of the oil level gauge and oil should be clean. Refer to the specifications (Temperature or pressure) Refer to the specifications (Temperature or pressure) Suction pressure +3 ~ 5 kg/cm² Range around 3 ~ 10°C No abnormal vibration and noise
Every 3 months	<ul style="list-style-type: none"> ● Refrigerant leakage from the refrigeration system ● Tension of V belt ● Cleaning the condenser ● Corrosion-proof galvanized plate 	<ul style="list-style-type: none"> Check it with a gas detector or soapsuds Remove the head and rear covers and check and clean the condenser 	<ul style="list-style-type: none"> No reaction Slack of approx. 10mm Not stained nor clogged. Replace it if it was worn half.
Annually	<ul style="list-style-type: none"> ● Check the dual pressure switch for its OFF pressure ● Compressor lubrication system ● Check the compressor opened 	<ul style="list-style-type: none"> High pressure side. . . Stop condenser water and check OFF pressure with pressure gauge Low pressure side. . . Close the condenser outlet valve and OFF pressure with pressure gauge Check it with oil level gauge After opening the compressor, check it for clearance 	<ul style="list-style-type: none"> Pressure setting within $+0$ / -1.5 kg/cm² Pressure setting within ± 0.2 kg/cm² Replace oil with new oil Refer to the repairing standards (Page 16)

4. Maintenance work

4-1. Pump down

Pump down means that the refrigerant in the refrigeration system is collected temporarily in the condenser (or the liquid receiver). After pumping down, the condensing unit can be dismantled within the limit shown below.



How to pump down the refrigerant:

1. Supply water into the condenser.
2. Open the compressor suction stop valve and condenser inlet stop valve.
3. Close the condenser liquid outlet stop valve. Open the solenoid valve in the liquid line by hand or electrically.
4. Short circuit the terminal so that the low pressure side of the dual pressure switch will not function.
5. Operate the compressor and draw the refrigerant on the low pressure side.
6. Stop the compressor when low pressure gauge reading becomes $0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$, and leave it for a while. When low pressure rises, once again operate the compressor until low pressure gauge reading becomes $0.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ G}$. Low pressure will not rise when this procedure is repeated two or three times.
7. Stop the compressor and close the condenser inlet stop valve quickly, and then close the suction stop valve.
8. After finishing pumping down, stop condenser water supply.

Caution:

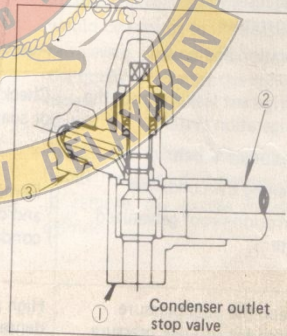
1. If pump down continues for a long time, oil pressure may be lowered more or less, but do not short circuit the oil pressure protection switch circuit.
2. After finishing pump down, do not forget to restore the short circuit of the terminal on the low pressure side of the dual pressure switch.
3. It is unavoidable to extract a small amount of the refrigerant while dismantling after pumping down, so additionally charge the refrigerant appropriately after repair.
4. In case the refrigeration circuit is opened to the atmosphere for repair, be sure to repair it as quick as possible. If it is left opened for a long time, the refrigeration circuit may be rusted, which may cause a big trouble. If it takes time to repair, seal the opening, evacuate the circuit, and charge the dry nitrogen gas in it.

5. Cover the opening with a clean cloth to prevent dust from entering the inside. Before assembling, clean each part completely, because the bearing and the rubbing parts are apt to be damaged by tiny dust.
6. When the compressor alone is dismantled, there is no need to pump down the refrigerant from the whole system, but pump down the refrigerant only from the compressor by closing the suction stop valve gradually.
7. Although the refrigerant is pumped down from the compressor, internal pressure on the high pressure side is considerably high. So do not remove the covers at once, but dismantle them after releasing internal pressure gradually.

4-2. Charging and extracting the refrigerant

Charging the refrigerant

- (1) Supply condenser water.
 - (2) Tentatively connect the refrigerant cylinder to the refrigerant charge port and open the stop valve of the cylinder a little to purge the air from the connecting pipe. After that, connect the joints firmly.
 - (3) Open the condenser outlet stop valve half way.
 - (4) Close the solenoid valve in the liquid line to prevent the liquid refrigerant from entering the evaporator.
- Note:** Charge the liquid refrigerant only by tilting the refrigerant cylinder.
- (5) Fully open the stop valve of the refrigerant cylinder. In this state, the refrigerant can be changed until pressure in the cylinder is balanced with that in the system.



- (1) Condenser outlet stop valve
 - (2) To expansion valve
 - (3) Joint for refrigerant charge
- This figure shows when the valve is fully open. When the valve is fully opened is connected to (2). When the valve is half opened is connected to (2) and (3).

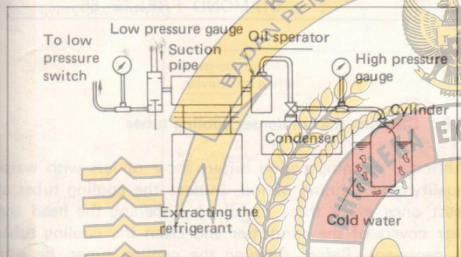
In case the refrigerant should be charged further,

- (1) Fully open the condenser outlet stop valve.
- (2) Operate the compressor with the solenoid valve in the liquid line opened, and charge the refrigerant by means of pump down.
- (3) Stop the compressor when the predesigned volume of the refrigerant has been charged, and close the stop valve of the refrigerant cylinder. Then, disconnect the cylinder from the system.

■ Extracting the refrigerant

When the refrigerant should be extracted due to over-charge or repairing work, extract it from the equalizing valve (used in common with air cock valve) in case extracting volume is only small. In case the refrigerant should be extracted in a large volume, extract the refrigerant into the refrigerant cylinder. The structure and capacities of cylinders are regulated by the law. Therefore, it is prohibited to over-charge the refrigerant into the cylinder by the law. The work to recharge the refrigerant into the cylinder is as follows.

- (1) Prepare an empty refrigerant cylinder. The cylinder should be guaranteed by the certificate issued by the relevant government and be within the guaranteed pressure limit (Approx. 3 years). In addition, the cylinder is thoroughly evacuated and its internal pressure should be under 5mmHg.
- (2) Fully open the condenser inlet stop valve and close the service port. Connect the refrigerant cylinder with the service port with piping. Install a high pressure gauge in the way of the connecting piping.



- (3) Submerge a cylinder into cold water by 3/4 of its height.
- (4) Return the valve shaft of the condenser inlet stop valve a little and loosen the flare nut of the cylinder stop valve a little to extract the air from the connecting pipe. Firmly tighten up the flare nut when the air is extracted and open the cylinder stop valve.
- (5) Leave all stop valves except the inlet stop valve in the refrigeration system as they were during operation, and operate the compressor. After operating the compressor, frequently stir water around the cylinder and add ice when the water becomes warm to keep its temperature as low as possible. Note the high pressure reading during extraction of the refrigerant, and stop the compressor when the pressure reading exceeds 11.5 kg/cm² G and wait until the pressure drops.
- (6) When compressor suction pressure becomes 0.1 kg/cm² G, stop the compressor. After awhile, pressure on the suction side rises, because the refrigerant in the oil evaporates. Repeat the compressor operation on and off until the suction pressure becomes stable to 0.1 kg/cm² G. If the compressor is automatically stopped before suction pressure becomes 0.1 kg/cm² G, lower the pressure setting on the low pressure side of the dual pressure switch to 0.1 - 0 kg/cm² G by the adjusting screw which is put out of the side of the dual pressure switch, or short circuit the contact points by hand.
- (7) When suction pressure becomes stable to 0.1 kg/cm² G, close the valve of the refrigeration cylinder, remove the flare nut, and the connecting pipe.

4-3. Replenishing and extracting the refrigeration oil

■ Replenishing oil

Before replenishing the oil, pump down the refrigerant through the refrigeration unit. When suction pressure reaches to 0.1 kg/cm² G, stop the compressor and close the compressor suction stop valve and the condenser inlet stop valve. Then, gradually remove the flare nut for oil charge joint which is attached to the upper part of the crankcase. (In case of RKS2F, 3F, and 5F, remove the oil drain plug). When the plug is removed, charge the oil with care not to get air into it. (In case of RKS 8F and 10F, the oil charge joint is equipped with check valve.) Further, the charge hose should be inserted lower than the oil level in the oil container.

After charging the oil, tighten up the flare nut with blind cover (In case of RKS 2F, 3F, and 5F, restore the oil charge plug as it was), so oil doesn't leak. Restore the states of stop valves as they were.

■ Extracting oil

Pump down the refrigerant from the compressor and maintain pressure in the crankcase higher than atmospheric pressure. Then, loosen the drain oil valve and extract excess oil.

■ Recommendable refrigeration oil

The refrigeration oil should meet using temperature and operation conditions and should also be good quality. The oil charged in the condensing unit is RM46S produced by Showa Petroleum Co. In case the refrigeration oil should be replaced, note the following:

- Do not intermix two different oils or do not use reclaimed oil.
- Replace with new oil and once again replace with new oil after more than 24 hours of operation.

Choose refrigeration oil from the following table.

Petroleum companies	Standard of evaporating temperature	
	Te < -30°C	Te > -30°C
SHOWA PETROLEUM	SHOWA R-M22S	SHOWA R-M46S
NIHON SUN PETROLEUM	SUNISO 3GS(VG32)	SUNISO 4GS(VG56)
	SUNISO 3GS-DI(VG32)	SUNISO 4GS-DI(VG56)
DAIKYO PETROLEUM	PIOLEFROIL 32	PIOLEFROIL 56
MOBIL PETROLEUM	GARGOIL ARCTIC 155	GARGOIL ARCTIC 300ID
GENERAL PETROLEUM	POLAROLL SUPER 32	POLAROLL SUPER 68
BLITISH PETROLEUM	BP ENERGOL LPT 32	BP ENERGOL LPT 68
IDEMITSU KOSAN	DAPHNY CR 32	DAPHNY CR 46
KYODO PETROLEUM	KYOSEKI FLEOR S32	KYOSEKI FLEOR S56
SHELL PETROLEUM	CRAVAS OIL 32	GRAVAS OIL 56
	SHELL SD	
NIHON PETROLEUM	ATMOS 32	ATMOS 56
CALTEX TEXACO	CAPELLA WF-32	CAPELLA WF-68
ESSO STANDARD PETROLEUM	ZELICE R-32	ZELICE R-68
	ZELICE S-32	ZELICE S-68
MARUZEN PETROLEUM	SUPER-POLE OIL 26	SUPER-POLE OIL 46
MITSUBISHI PETROLEUM	DIAMOND FREEZE 22	DIAMOND FREEZE 56

4-4. Detecting the refrigerant leakage

Whether or not the refrigerant leaks can be checked in various ways. In general, oil leaks together with the refrigerant, so you can find it easily. For a minute leak from the piping or around the unit, use a gas detector. When it is presumed that the refrigerant leaks inside the condenser, close the condenser water inlet and outlet valves and let water flow out of the condenser after removing the water plug in the bottom cover. Then bring a gas detector, close to the water plug hole. If any gas leaking is found, remove the condenser covers, check each cooling tube and the tube plates for refrigerant leakage.

4-5. Purging noncondensable gas

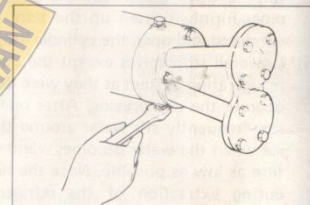
If discharge pressure is abnormally high and will not be restored to normal pressure although condenser water volume is increased, check whether noncondensable gas such as air is intermixed in the refrigeration circuit by the following method. Stop the compressor, close the condenser liquid outlet stop valve, and supply condenser water to the condenser until entering condenser water temperature becomes equal with leaving condenser water temperature. If there is any difference between condensing pressure and saturated pressure corresponding to condenser water temperature, there is noncondensable gas in the refrigeration circuit.

To extract noncondensable gas, pump down the refrigerant from the unit, stop the compressor, close the condenser inlet stop valve and leave the condenser for approx. 5 minutes. Thus the refrigerant vapor is condensed as much as possible. Then slightly open the purge plug (belongs to the equating valve for condenser) on the top of the condenser or the liquid receiver, from which the air is vented. Supply maximum condenser water volume to the condenser during air purging. When the air is purged, high pressure is lowered a little. When this pressure remains the same, air is vented completely. Since discharge gas is of very high pressure, do not get close to the discharge outlet while gas is extracted.

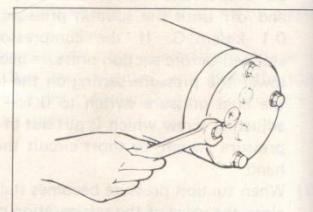
4-6. Cleaning the condenser cooling tubes

Although cleaning period differs more or less with water quality and running period, inspect the cooling tubes at least once every three months by opening the head and rear covers of the condenser and clean the cooling tubes if necessary. Before cleaning the cooling tubes, be sure to turn off the power source for pump.

- (1) Extract water in the system from the lowest position of the piping system. In addition, remove the upper and lower plugs on the condenser head and rear covers and vent water.



- (2) Remove the head and rear covers on both ends (right or left)



Lampiran 9

WAWANCARA

Wawancara yang penulis lakukan terhadap narasumber atau responden yang bertujuan untuk memperoleh data, informasi maupun bahan masukan dalam penelitian yang membahas mengidentifikasi kerusakan *compressor* pada *refrigerator* yang menyebabkan tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan dengan metode FTA di MV. Energy Midas. Berdasarkan hal tersebut wawancara yang penulis lakukan yaitu saat bertugas menjadi *cadet* di MV. Energy Midas dengan Narasumber atau *Third engineer* (Masinis III). Adapun wawancara yang penulis lakukan terhadap Narasumber adalah sebagai berikut.

Wawancara dengan narasumber dari Masinis III

<i>Cadet</i>	Sudah berapa lama bapak bekerja sebagai Masinis III di kapal ini?
Masinis III	Saya sudah tujuh bulan bekerja sebagai Masinis III di kapal ini.
<i>Cadet</i>	Tanggung jawab apakah yang dibebankan oleh perusahaan bass?
Masinis III	Tanggung jawab saya sebagai Masinis III adalah mengawasi kinerja dari seluruh mesin di kapal ini terutama kerja dari pesawat <i>refrigerator</i> .
<i>Cadet</i>	Gangguan apa saja yang sering terjadi pada <i>compressor refrigerator</i> di kapal ini ?

Masinis III	Gangguan yang sering terjadi pada <i>refrigerator</i> ini antara lain, menurunnya tekanan kompresi, sehingga menyebabkan proses pendingin bahan makanan tidak optimal.
<i>Cadet</i>	Apa penyebab kerusakan compressor pada refrigerator sehingga tidak optimalnya proses pendinginan bahan makanan?
Masinis III	Penyebab tidak optimalnya proses pendingin bahan makanan adalah menurunnya tekanan kompresi, <i>ring piston</i> yang patah, <i>piston</i> rusak, <i>cylinder liner</i> yang aus, terjadi tekanan yang melebihi ketahanan <i>ring piston</i> , sistem pelumasan pada <i>cylinder liner</i> yang kurang baik, melebihi jam kerja <i>piston</i> dan sistem pelumasan pada <i>piston</i> yang bekerja kurang baik.
<i>Cadet</i>	Bagaimana cara mengatasi jika terjadi penurunan kompresi, bass?
Masinis III	Melakukan persiapan overhaul, pembongkaran, pemeriksaan, melakukan pengetesan dan pemasangan <i>compressor</i>
<i>Cadet</i>	Terima kasih atas penjelasannya bapak Masinis III, semoga bermanfaat bagi saya.



**FORMULIR
BERITA
ACARA UJIAN
SKRIPSI**

No Form	F.PUDIR.I.PST.17
Tgl ditetapkan	
Revisi ke	
Tgl revisi	
Tgl diberlakukan	04 Januari 2016

BERITA ACARA SIDANG UJIAN SKRIPSI

Pada hari ini tanggalbulantahun
bertempat di ruangProgram Studi Teknika telah dilaksanakan Sidang
Ujian Skripsi,dengan taruna :

Nama : ARI HIDAYAT

NIT : 49124621 T

Judul Skripsi : IDENTIFIKASI KERUSAKAN KOMPRESSOR PADA
REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALNYA
PROSES PENDINGIN BAHAN MAKANAN DENGAN METODE FTA DI
MV. ENERGY MIDAS

Berdasarkan Hasil Sidang Ujian Skripsi, Penguji menyatakan bahwa Taruna tersebut :

Lulus / Lulus Dengan Catatan *

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenar-benarnya untuk
digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 07 Februari 2017

Penguji :

Tanda Tangan

1. DWI PRASETYO, M.M.,M. Mar.E

2. H. AMAD NARTO, M.pd M. Mar.E

3. BUDI JOKO RAHARJO, M.M.

Mengetahui,

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIKA

AMAD NARTO,MPd.,M,Mar,E

Penata Tingkat I. III/d

NIP. 197641212 199808 1 001

*Coret yang tidak perlu

	FORMULIR PENILAIAN SIDANG UJIAN SKRIPSI	No Form	F.PUDIR.I.PST.17
		Tgl ditetapkan	02 NOVEMBER 2015
		Revisi ke	00
		Tgl revisi	
		Tgl diberlakukan	04 JANUARI 2016

FORMULIR PENILAIAN SIDANG UJIAN SKRIPSI

Nama : ARI HIDAYAT
 NIT : 49124621 T
 Penguji : DWI PRASETYO, M.M.M. MAR. E
 Judul Skripsi : IDENTIFIKASI KERUSAKAN COMPRESSOR PADA REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALNYA PROSES PENDI-
 NGAN BAHAN MAKANAN DENGAN METODE FTA DI MV-
 ENERGY MIDAS

NO.	Aspek Yang Dinilai	Nilai (N) 50-70	Bobot
A	MATERI SKRIPSI		1
	Kesesuaian Skripsi	65	
	Pedoman Skripsi	65	
	Keaslian Skripsi	65	
	Benang Merah Hubungan dari setiap bab	65	
	Jumlah = Nilai (N) dibagi 4	260/4 = 65	
	Total	65	
B	PENGUJIAN		1
	Penguasaan Materi	65	
	Teknik Penyajian	65	
	Jumlah = Nilai (N) dibagi 2	130/2 = 65	
	Total	65	
C	NILAI KOSTANTA	25	

$$N = \frac{\text{Jumlah Nilai Akhir}}{\text{Jumlah Bobot}} = \frac{a+b}{2} + c$$

$$NA = \frac{65+65}{2} + 25 = 90$$

Semarang, 7 Februari 2017
 Penguji I

DWI PRASETYO, M.M. MAR. E
 PENATA TINGKAT ... III/d
 NIP. 19.74.170. 91998081 001

*Bila tidak membubuhkan nilai maka di anggap menyetujui nilai minimum

	FORMULIR REVISI SIDANG UJIAN SKRIPSI	No Form	F.PUDIR.I.PST.17
		Tgl ditetapkan	02 NOVEMBER 2015
		Revisi ke	00
		Tgl revisi	
		Tgl diberlakukan	04 JANUARI 2016

FORMULIR REVISI SIDANG UJIAN SKRIPSI

Nama : ARI HIDAYAT
 NIT : 49124621 T
 Penguji : DWI PRASETYO, M.M.M, MAr. E
 Judul Skripsi : IDENTIFIKASI KERUSAKAN COMPRESSOR PADA REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALYA PROSES PENGINAN BAHAN MAKANAN DENGAN METODE FTA DI MV. ENEGY MIDAS

NO.	URAIAN	TANDA TANGAN
1.	terhadap data data compressor	
2.	terhadap jadwal kerja compressor mesin pendingin	
3.	table-table d'chek ulang dan di rubah	
4.	15/10/2017 dan 2 d'Acc	

Semarang, 15 Februari 2017

Penguji I

DWI PRASETYO, M.M.M, MAr. E
PENATA TINGKAT I, III/c
NIP. 1974120 9199008 1001

*Revisi paling lambat diselesaikan 10 (sepuluh) hari setelah sidang ujian skripsi.

	FORMULIR PENILAIAN SIDANG UJIAN SKRIPSI	No Form	F.PUDIR.I.PST.17
		Tgl ditetapkan	02 NOVEMBER 2015
		Revisi ke	00
		Tgl revisi	
		Tgl diberlakukan	04 JANUARI 2016

FORMULIR PENILAIAN SIDANG UJIAN SKRIPSI

Nama : ARI HIDAYAT
 NIT : 49124621 T
 Penguji : H. AMAD NARTO, M.Pd M.Mar.E
 Judul Skripsi : IDENTIFIKASI KERUSAKAN COMPRESSOR PADA REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALNYA PROSES PENGINJAN BAHAN MAKANAN DENGAN METODE FTA DI MV. ENESY MIDAS

NO.	Aspek Yang Dinilai	Nilai (N) 50-70	Bobot
A	MATERI SKRIPSI		1
	Kesesuaian Skripsi	65	
	Pedoman Skripsi	65	
	Keaslian Skripsi	65	
	Benang Merah Hubungan dari setiap bab	65	
	Jumlah = Nilai (N) dibagi 4		
	Total		65
B	PENGUJIAN		1
	Penguasaan Materi	65	
	Teknik Penyajian	65	
	Jumlah = Nilai (N) dibagi 2		
	Total		65
C	NILAI KOSTANTA	25	

$$N = \frac{\text{Jumlah Nilai Akhir}}{\text{Jumlah Bobot}} = \frac{a+b}{2} + c$$

$$NA = \frac{65 + 25}{2} = 90$$

Semarang,
 Penguji II

H. AMAD NARTO, M.Pd M.Mar.E
 PEMBINA : LU/d
 NIP. 19611212 199803 1 001

*Bila tidak membubuhkan nilai maka di anggap menyetujui nilai minimum



**FORMULIR
REVISI SIDANG
UJIAN SKRIPSI**

No Form	F.PUDIR.I.PST.17
Tgl ditetapkan	02 NOVEMBER 2015
Revisi ke	00
Tgl revisi	
Tgl diberlakukan	04 JANUARI 2016

FORMULIR REVISI SIDANG UJIAN SKRIPSI

Nama : ARI HIDAYAT
NIT : 191216217
Penguji : H. AMAD NARTO, M. Pd M. Mar. E
Judul Skripsi : IDENTIFIKASI KERUSAKAN COMPRESSOR PADA REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALYA PROSES PENGINAN BAHAN MAKANAN DENGAN METODE PTA DI MU. ENERGY MIDAS

NO.	URAIAN	TANDA TANGAN
1	Prosedur perawatan instalasi mesin pendingin	
2	Pembaca skripsi diberikan by panduan penyusunan skripsi	
3	Data Mesin Compressor → (filamen)	
4	Hal 47 di check ulang by table kebenaran Tahap di revisi 10/02/17	

Semarang,

Penguji II

H. AMAD NARTO : M. Pd M. Mar. E
Pembina. s. IV/a
NIP. 19611212 199 008 1001

*Revisi paling lambat diselesaikan 10 (sepuluh) hari setelah sidang ujian skripsi.



**FORMULIR
PENILAIAN
SIDANG UJIAN
SKRIPSI**

NO FORM	F.PODIK.I.PSI.17
Tgl ditetapkan	02 NOVEMBER 2015
Revisi ke	00
Tgl revisi	
Tgl diberlakukan	04 JANUARI 2016

FORMULIR PENILAIAN SIDANG UJIAN SKRIPSI

Nama : ARI HIDAYAT
 NIT : 49124621 T
 Penguji : BUDI JOKO RAHARJO, M.M
 Judul Skripsi : IDENTIFIKASI KERUBAKAN COMPRESSOR PADA REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALNYA PROSES PEDINGIN BAHAN MAKANAN DENGAN METODE FTA DI MV ENEDY MIDAS

NO.	Aspek Yang Dinilai	Nilai (N) 50-70	Bobot
A	MATERI SKRIPSI		1
	Kesesuaian Skripsi	64	
	Pedoman Skripsi	63	
	Keaslian Skripsi	65	
	Benang Merah Hubungan dari setiap bab	64	
	Jumlah = Nilai (N) dibagi 4	256 : 4	
	Total	64	
B	PENGUJIAN		1
	Penguasaan Materi	62	
	Teknik Penyajian	63	
	Jumlah = Nilai (N) dibagi 2	125 : 2	
	Total	62.5	
C	NILAI KOSTANTA	25	

$$N = \frac{\text{Jumlah Nilai Akhir}}{\text{Jumlah Bobot}}$$

$$\frac{a+b}{2} + c$$

$$\frac{64 + 62.5}{2} + 25 = 88.25$$

NA = 88.25

Semarang,
Penguji III

BUDI JOKO RAHARJO, M.M
 PENATA TINGKAT I, I, II/d
 NIP. 19740321199808 1 001

*Bila tidak membubuhkan nilai maka di anggap menyetujui nilai minimum



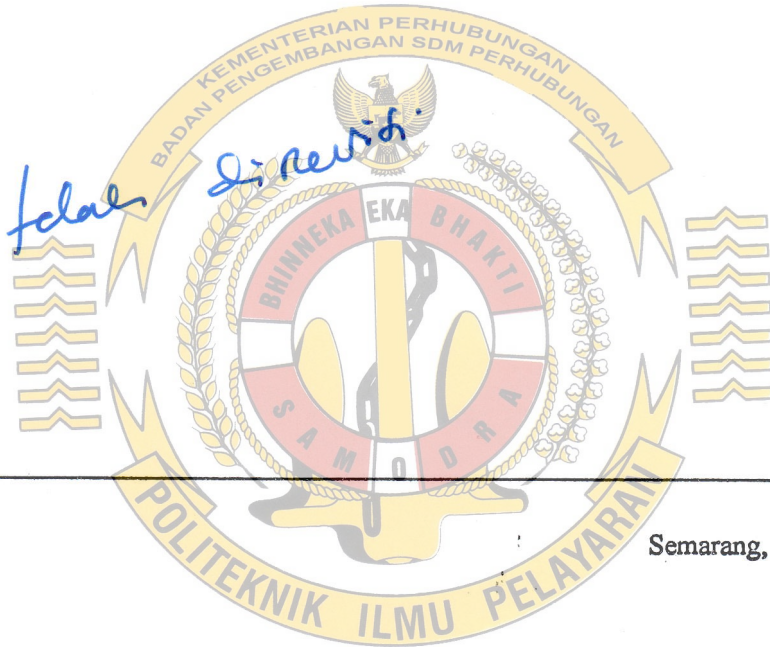
**FORMULIR
REVISI SIDANG
UJIAN SKRIPSI**

No Form	F.PUDIR.I.PST.17
Tgl ditetapkan	02 NOVEMBER 2015
Revisi ke	00
Tgl revisi	
Tgl diberlakukan	04 JANUARI 2016

FORMULIR REVISI SIDANG UJIAN SKRIPSI

Nama : ARI HIDAYAT
 NIT : 19124.621.T
 Penguji : BUDI JOKO RAHARJO, MM
 Judul Skripsi : IDENTIFIKASI KERUSAKAN COMPRESSOR PADA REFRIGERATOR YANG MENYEBABKAN TIDAK OPTIMALYA PROSES PENYUJUAN BAHAN MAKANAN DENGAN METODE PTA DI MV-ENERGY MIDAS

NO.	URAIAN	TANDA TANGAN
-	<i>Perbaiki sesuai catatan</i>	<i>f</i>



Semarang,

Penguji III

[Signature]
BUDI JOKO RAHARJO, MM
PENATA TINGKAT... II/01
NIP. 19740321...199868 1001

*Revisi paling lambat diselesaikan 10 (sepuluh) hari setelah sidang ujian skripsi.