

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



MAKALAH

**PERAWATAN MESIN PENDINGIN (*AIR CONDITIONER*)
UNTUK MENJAGA SUHU RUANG AKOMODASI DI
MT. MARLIN SATU**

Oleh :

MUHAMAD REZA MAULIDI
NIS. 02115/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2024**

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



MAKALAH

**PPERAWATAN MESIN PENDINGIN (*AIR CONDITIONER*)
UNTUK MENJAGA SUHU RUANG AKOMODASI DI
MT. MARLIN SATU**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Program ATT - I**

Oleh :

**MUHAMAD REZA MAULIDI
NIS. 02115/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT - 1
JAKARTA
2024**

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



TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : MUHAMAD REZA MAULIDI
No. Induk Siwa : 02115/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PERAWATAN MESIN PENDINGI (AIR CONDITIONER)
UNTUK MENJAGA SUHU RUAN AKOMODASI DI MT.
MARLIN SATU

Pembimbing I,

Jakarta, 29 Mei 2024
Pembimbing II,

R. Herlan Guntoro, M.M.
Pembina (IV/a)
NIP. 19680831 200212 1 001

Dr. Arif Hidayat, S.Pel., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19740717 199808 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.SiT., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : MUHAMAD REZA MAULIDI
No. Induk Siwa : 02115/T-I
Program Pendidikan : DIKLAT PELAUT - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : PERAWATAN MESIN PENDINGIN (AIR
CONDITIONER) UNTUK MENJAGA SUHU RUANG
AKOMODASI DI MT. MARLIN SATU

Penguji I

Moh. Ridwan, M.M.
Penata (III/c)
NIP. 19780707 200912 1 005

Penguji II

I Made Mariasa, M.M.
Penata (III/c)
NIP. 19804162 01402 1 004

Penguji III

R. Herlan Guntoro, M.M.
Pembina (IV/a)
NIP. 19680831 200212 1 001

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkah dan rahmat serta karunia-nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan makalah ini dengan judul :

“PERAWATAN MESIN PENDINGIN (*AIR CONDITIONER*) UNTUK MENJAGA SUHU RUANG AKOMODASI DI MT. MARLIN SATU”

Makalah ini diajukan dalam rangka melengkapi tugas dan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program pendidikan Ahli Teknik Tingkat - I (ATT -I).

Dalam rangka pembuatan atau penulisan makalah ini, penulis sepenuhnya merasa bahwa masih banyak kekurangan baik dalam teknik penulisan makalah maupun kualitas materi yang disajikan. Untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Dalam penyusunan makalah ini juga tidak lepas dari keterlibatan banyak pihak yang telah membantu, sehingga dalam kesempatan ini pula penulis mengucapkan rasa terima kasih yang terhormat :

1. Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar.E, selaku Ketua Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Capt. Suhartini, S.SiT.,M.M.,M.MTr, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Bapak Dr. Markus Yando, S.SiT.,M.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Bapak R.Herlan Guntoro, MM. selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar
5. Bapak Arif Hidayat, S.PEL., M.M., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.

7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran
8. Orang Tua, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan dukungan motivasi selama penyusunan makalah ini.

Akhir kata semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkannya.

Jakarta, 29 Mei 2024

Penulis,



MUHAMAD REZA MAULIDI

NIS. 02115/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
D. Metode Penelitian	4
E. Waktu dan Ternpat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan	5
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	31
 BAB III ANALISIS DAN PEMECAHAN	
A. Deskripsi Data	32
B. Analisis Data	32
C. Pemecahan Masalah	40
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	52
B. Implikasi	53
C. Saran	53
 DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Sketsa Pendingin Ruangan.....	11
Gambar 2.2. Kompresor Torak	14
Gambar 2.3 Kompresor Rotary	15
Gambar 2.4 Kompresor Sentrifuga	16
Gambar 2.5 Kompresor Hermetic	16
Gambar 2.6 Oil Separator	19
Gambar 2.7 Kondensor	20
Gambar 2.8 Pengering (Dryer Filter).....	21
Gambar 2.9 Katup Solenoid (Selonoid Valve)	22
Gambar 2.10 Katup ekspansi (Expansion Valve)	25
Gambar 2.11 Evaporator	26
Gambar 2.13 Akumulator (Accumulator).....	27
Gambar 2.14 Tangki Penampung (Receiver)	27
Gambar 2.15 Blower	28
Gambar 2.16 Thermostat	28
Gambar 3.1 Fishbone Diagram	33
Gambar 3.2 Kondisi Saringan Pompa Pendingin AC	39
Gambar 3.3 ABK Mesin Pengenalan Kompresor AC	41
Gambar 3.4 Pemeriksaan Valve Capacity Control	44
Gambar 3.5 Monitor Tekanan Kerja Kompresor	45
Gambar 3.6 Pembersihan Kondenser Perawatan Setiap Bulan	46
Gambar 3.7 Pembersihan Kisi-Kisi vaporator Perawatan 3 bulan	47
Gambar 3.8 Penggantian Fan Belt Blower Perawatan 6 Bulan	47
Gambar 3.9 Overhaul dan Penggantian Bearing Motor Kompresor Merupakan Perawatan Terencana.....	48
Gambar 3.10 Saringan Pompa Air Laut Setelah Di Bersihkan.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Ship MT.MARLIN SATU
- Lampiran 2. Ship Particular
- Lampiran 3. Crew List
- Lampiran 4. Kompresor Ac
- Lampiran 5. Komponen Kompresor AC
- Lampiran 6. Sistem Kontrol Kapasitas Kompresor
- Lampiran 7. Diagram Sistem AC
- Lampiran 8. Penampang Sistem AC
- Lampiran 9 .Penampang Sistem Blower & Evaporator

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG MASALAH

Penggunaan mesin pendingin udara di atas kapal, merupakan salah satu kebutuhan yang utama, khususnya untuk kenyamanan ruangan. Sistem pendingin ruangan (*air conditioner*) pada masa sekarang ini semakin banyak dimanfaatkan di kapal-kapal, baik itu kapal dalam ukuran kecil maupun ukuran besar. Sistem transportasi laut dalam memasuki era globalisasi sekarang ini terus berkembang sangat pesat. Kapal sebagai sarana angkutan laut memegang peranan yang sangat penting dalam sistem transportasi laut. Penggunaan yang umum pada sistem pendingin ruangan adalah untuk memberikan udara yang nyaman pada ruang akomodasi di kapal.

Dalam mendukung pengoperasian kapal, *air conditioner system* sangat penting untuk kelancaran pengoperasian kapal. Karena itu perawatan terhadap mesin pendingin udara sangat penting. Namun tidak selamanya pekerjaan perawatan tersebut dilaksanakan sesuai dengan rencana yang pada akhirnya akan menimbulkan masalah di kemudian hari dan berakibat pada terganggunya operasional kapal.

Dengan demikian pengetahuan tentang mesin pendingin, baik secara teoritis maupun prakteknya, sangat dibutuhkan, khususnya bagi para Masinis di atas kapal, sehingga Masinis dapat menganalisa, untuk menemukan kerusakan dan memperbaikinya dengan tepat. Oleh karena itu perlu dilaksanakan perawatan sistem pendingin ruangan (*air conditioner system*) oleh ABK mesin, sehingga kenyamanan awak kapal lebih terjamin.

Pada tanggal 09 Januari 2023 saat MT. Marlin Satu dalam pelayaran di Singapore, terjadi gangguan pada instalasi pendingin udara. Suhu ruang akomodasi mencapai 35 °C sehingga menjadi tidak nyaman (suhu normal AC yaitu 23°C-26°C). Setelah dilakukan pengecekan, gangguan tersebut disebabkan adanya trip pada kompresor. Kemudian diadakan pengecekan dan *reset* pada sistem,

ditemukan

pada alat pengaman yaitu *pressure switch* tekanan tinggi yang telah diatur oleh pembuat (maker) pada tekanan kerja 22 bar untuk memutus arus listrik di kompresor sehingga kompresor terhenti.

Berdasarkan petunjuk yang ada pada buku manual, diketahui bahwa apabila tekanan pada sisi tekan kondensor terlalu tinggi maka ada beberapa penyebab di antaranya adalah tekanan air laut sebagai media pendingin yang masuk ke kondensor berkurang atau kondensor kotor pada bagian sisi masuk air pendinginnya.

Karena adanya masalah pada sistem pendinginan udara tersebut awak kapal merasa tidak nyaman sehingga mengganggu operasional kapal MT. Marlin Satu.

Dari latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk menyusun Karya Ilmiah Terapan dengan judul: **“PERAWATAN MESIN PENDINGIN (AIR CONDITIONER) UNTUK MENJAGA SUHU RUANG AKOMODASI DI MT. MARLIN SATU”**.

B. IDENTIFIKASI, BATASAN & RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka penulis dapat mengidentifikasi beberapa masalah yang terjadi di MT. Marlin Satu sebagai berikut :

1. Suhu dalam ruang akomodasi terasa panas (mencapai 35°C)
2. Kompresor tidak bekerja normal
3. Thermostat tidak bekerja sesuai dengan yang diharapkan
4. Terjadinya bunga es pada evaporator
5. Tersumbatnya pipa pendingin air laut di dalam tabung kondensor

2. Batasan Masalah

Oleh karena luasnya pembahasan masalah pada sistem pendingin ruangan, maka penulis membatasi pembahasan pada Karya Ilmiah Terapan ini hanya pada **“Suhu dalam ruang akomodasi terasa panas (mencapai 35°C)”**

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang, identifikasi masalah dan batasan

masalah di atas, maka penulis dapat merumuskan pembahasan masalah yang akan dibahas pada bab selanjutnya, sebagai berikut :

1. *Mengapa suhu dalam ruang akomodasi terasa panas (mencapai 35°C)?*
2. *Bagaimana mengatasi suhu dalam ruang akomodasi yang terasa panas (mencapai 35°C)?*

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Karya Ilmiah Terapan

- a. Untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada sistem pendingin ruangan di atas MT. Marlin Satu khususnya pada masalah *suhu Air Condition dalam ruang akomodasi terasa panas.*
- b. Untuk mengetahui dan menganalisa faktor apa saja yang menyebabkan *suhu dalam ruang akomodasi terasa panas.*
- c. Untuk mencari solusi bagaimana cara mendapatkan *suhu dalam ruang akomodasi yang nyaman.*

2. Manfaat Karya Ilmiah Terapan

a. Teoritis

- 1) Diharapkan dapat memberikan pemahaman kepada para pembaca tentang perawatan sistem pendingin ruangan di atas kapal.
- 2) Diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang kendala yang terjadi pada kondensor sistem pendingin ruangan dan cara mengatasinya.

b. Akademis

Diharapkan hasil pembahasan pada Karya Ilmiah Terapan ini dapat digunakan sebagai referensi sehingga memperkaya pengetahuan bagi penulis sendiri maupun bagi Perwira Siswa di STIP Jakarta untuk mengetahui bagaimana cara merawat dan mempertahankan kerja mesin pendingin ruangan.

c. Praktis

- 1) Dapat meningkatkan kemampuan kawan-kawan seprofesi dalam

mengatasi masalah yang terjadi pada mesin pendingin udara di atas kapal

- 2) Dapat memberi sumbang saran kepada pihak perusahaan dalam meningkatkan perawatan mesin pendingin ruangan di atas kapal.

D. METODE PENGUMPULAN DATA

Perolehan data didapat selama penulis bekerja di atas kapal, sehingga dapat diperoleh data yang lebih akurat. Untuk mendapatkan data yang diperlukan, penulis menggunakan metode pengumpulan data dengan teknik observasi. Dalam hal ini penulis melakukan pengamatan atau observasi secara langsung dan telah mengumpulkan data-data dan informasi atas fakta yang dijumpai terkait dengan masalah perawatan sistem pendingin ruangan di MT. Marlin Satu.

Adapun sumber data yang menjadi pertimbangan dalam menentukan metode pengumpulan data, sumber data terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh penulis pada saat bekerja di atas kapal dengan melakukan pengamatan dan pencatatan secara langsung terkait dengan masalah kodensor pendigin ruangan tidak bekerja dengan normal.

Data primer yaitu kejadian pada Pada tanggal 09 Januari 2023 saat MT. Marlin Satu dalam pelayaran di Singapore, terjadi gangguan pada instalasi pendingin udara. Suhu ruang akomodasi mencapai 35 °C sehingga menjadi tidak nyaman (suhu normal AC yaitu 23°C-26°C).

2. Data Sekunder

Data yang diperoleh atau dikumpulkan dari sumber-sumber yang telah ada terkait kondensor pendigin ruangan tidak bekerja dengan normal. Data tersebut diperoleh dari perpustakaan, dokumen, buku-buku ilmiah, laporan penelitian, karangan ilmiah dan lainnya.

Data sekunder yang digunakan yaitu diambil dari penelitian terdahulu oleh Agung Sutanto Perwira Siswa 2022 dengan judul “*Memaksimalkan Perawatan Mesin Pendingin Untuk Ruangan Akomodasi Awak Kapal Di Atas Kapal VSP Tug Berri 6*”. Metode penelitian menggunakan deskriptif

kualitatif menyatakan bahwa penyebab mesin pendingin tidak bekerja normal yaitu adanya kerusakan pada kompresor dan *thermostat*.

E. WAKTU & TEMPAT PENELITIAN

Lokasi penelitian dalam penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini adalah di kapal MT. Marlin Satu yaitu kapal tipe *oil products tanker* berbendera Singapore. Adapun waktu penelitian dilaksanakan pada saat penulis bekerja sebagai *Second Engineer* sejak bulan 20 Oktober 2023 sampai dengan 8 Maret 2024.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan makalah ini disajikan sesuai dengan sistematika penulisan makalah yang telah ditetapkan dalam buku pedoman penulisan makalah yang dianjurkan oleh STIP Jakarta. Dengan sistematika yang ada maka diharapkan untuk mempermudah penulisan makalah ini secara benar dan terperinci. Makalah ini terbagi dalam 4 (empat) bab sesuai dengan urutan penelitian ini. Adapun sistematika penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan pendahuluan yang mengutarakan latar belakang, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan teori-teori yang di gunakan untuk menganalisa data-data yang di dapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori ini juga tedapat kerangka pemikiran yang merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah di identifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kejadian di lapangan berupa fakta-fakta berdasarkan

pengalaman penulis selama bekerja di kapal MT MARLIN SATU. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan penutup yang mengemukakan kesimpulan dari perumusan masalah yang di bahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas di dalam penulisan makalah ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini penulis menguraikan teori-teori yang berhubungan dengan perawatan sistem pendingin ruangan. Adapun teori yang penulis ambil yaitu tentang :

1. Perawatan

a. Definisi Perawatan

Menurut Sofyan Assauri (2020) bahwa perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/ penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi/produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Menurut Jusak Johan Handoyo, (2021) dalam buku Sistem Perawatan Permesinan Kapal, bahwa perawatan adalah suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi sehingga dari sistem ini dapat diharapkan menghasilkan *output* sesuai dengan yang dikehendaki. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka akan lebih intensif.

Perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Semua tahu bahwa perawatan memerlukan biaya yang besar sehingga banyak yang sering menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya. Namun hal itu justru berakibat sebaliknya, karena sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan malahan membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang dikeluarkan.

b. Jenis-Jenis Perawatan

Menurut J.E Habibie (2020) bahwa perawatan dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelompok yaitu :

a. Perawatan Insidentil

Perawatan insidentil perawatan yang membiarkan mesin bekerja sampai rusak, baru kemudian dilakukan perawatan atau perbaikan. Pada umumnya metode ini sangat mahal, oleh karena itu beberapa bentuk sistem perencanaan diterapkan dengan mempergunakan sistem perawatan terencana, tujuannya untuk memperkecil kerusakan, dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

b. Perawatan Terencana

Perawatan terencana adalah perawatan yang dilakukan dengan melakukan perencanaan pada mesin untuk dioperasikan setiap saat dibutuhkan. Perawatan terencana dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1) Perawatan korektif

Perawatan korektif adalah perawatan yang ditujukan untuk memperbaiki kerusakan yang sudah diperkirakan, tetapi bukan untuk mencegah karena tidak ditujukan untuk alat-alat yang kritis, atau alat-alat yang penting bagi keselamatan atau penghematan. Strategi ini membutuhkan perhitungan atau penilaian biaya dan ketersediaan suku cadang kapal yang teratur.

2) Perawatan pencegahan

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang ditujukan untuk mencegah kegagalan atau berkembangnya kerusakan, atau menemukan kegagalan sedini mungkin. Dapat dilakukan melalui penyetelan secara berkala, rekondisi atau penggantian alat-alat atau berdasarkan pemantauan kondisi.

c. Perawatan Berkala

Perawatan berkala biasanya melibatkan pembongkaran, penggantian *spare part* secara berkala terhadap mesin berdasarkan waktu pengoperasian atau jam kerja.

d. Perawatan Berdasarkan Pantauan Kondisi (Pemeliharaan Prediktif)

Perawatan berdasarkan kondisi dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (*monitoring*) dan analisis untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan akan dilaksanakan

c. Tujuan Perawatan

Menurut Goenawan Danuasmoro (2022:5) bahwa tujuan sistem perawatan terencana (*Planned Maintenance System*) adalah :

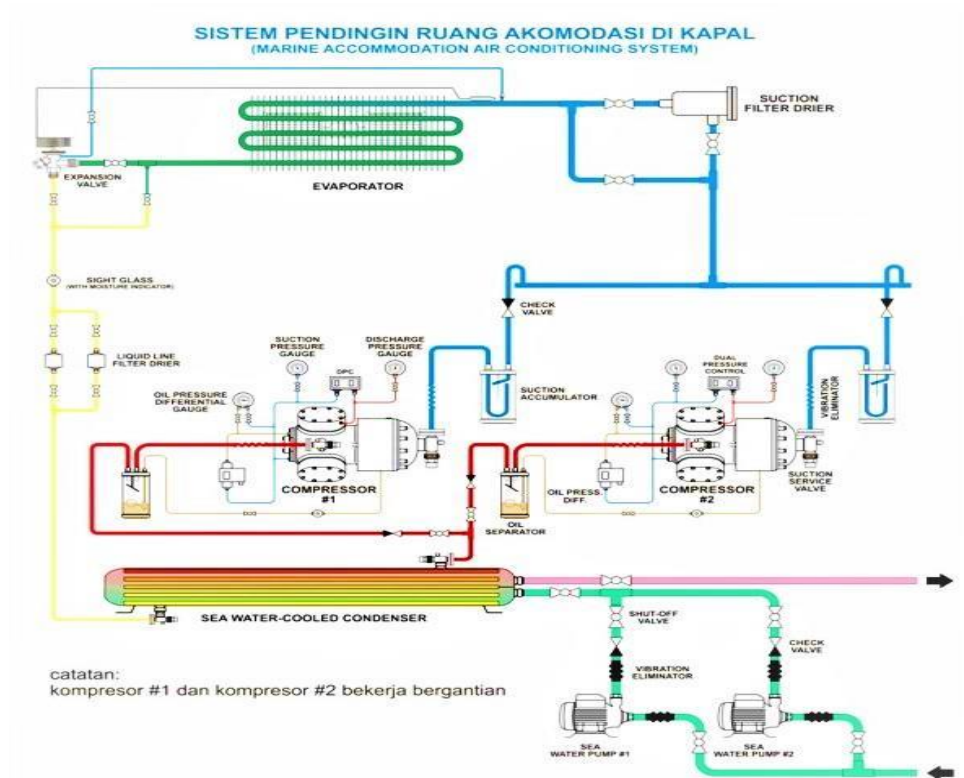
- a. Untuk memungkinkan kapal dapat beroperasi secara reguler dan meningkatkan keselamatan, baik awak kapal maupun peralatan.
- b. Untuk membantu perwira kapal menyusun rencana dan mengatur dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kinerja kapal dan mencapai maksud dan tujuan yang sudah ditetapkan oleh para manajer di kantor pusat.
- c. Untuk memperhatikan pekerjaan-pekerjaan yang paling mahal berkaitan dengan waktu dan material, sehingga mereka yang terlibat benar-benar meneliti dan dapat meningkatkan metode untuk mengurangi biaya.
- d. Untuk dapat melaksanakan pekerjaan secara sistematis tanpa mengabaikan hal-hal terkait dan melakukan pekerjaannya dengan cara paling ekonomis.
- e. Untuk memberikan kesinambungan perawatan sehingga perwira yang baru naik dapat mengetahui apa yang telah dikerjakan dan apa lagi yang harus dikerjakan.

- f. Untuk dijadikan bahan informasi yang akan diperlukan bagi pelatihan dan agar seseorang dapat melaksanakan tugas secara bertanggung jawab.
- g. Untuk menghasilkan fleksibilitas sehingga dapat dipakai oleh kapal yang berbeda walaupun dengan organisasi dan pengawakan yang juga berbeda.
- h. Untuk memberikan umpan balik informasi yang dapat dipercaya ke kantor pusat untuk meningkatkan dukungan pelayanan, desain kapal, dan lain-lain.

2. Mesin Pendingin Udara (*Air Conditioner*)

a. Pengertian Mesin Pendingin Udara

Menurut Sumanto, (2019:45) bahwa mesin pendingin udara adalah suatu alat untuk menghasilkan udara dengan suhu yang diinginkan dimana proses tersebut terjadi pada suatu sistem dengan komponen yang bekerja secara sinergi dari kompresor yang merupakan power unit dari sistem mesin pendingin ketika kompresor ini dijalankan maka akan mengubah zat pendingin berupa gas dari yang bertekanan rendah menjadi gas yang bertekanan tinggi, gas bertekanan tinggi kemudian diteruskan menuju kondensor dimana kondensor akan merubah gas yang bertekanan tinggi berubah menjadi cairan yang bertekanan tinggi yang selanjutnya dialirkan ke Katup ekspansi (*expansion valve*), kondensor juga bisa disebut *heat exchanger*, yang merupakan alat pemindahkan panas dan dibawa ke *expansion valve*, dimana cairan yg bertekanan tinggi tersebut diturunkan suhunya menjadi cairan dingin bertekanan rendah.



Gambar 2.1 Sketsa Pendingin Ruangan

Di dalam beberapa sistem selain memasang *orifice* juga memasang katup ekspansi dimana komponent ini sangat penting di dalam sistem pendingin udara. Katup ini dirancang untuk mengontrol aliran zat pendingin melalui katup *orifice* yang merubah wujud cairan menjadi uap dimana ketika zat pendingin meninggalkan katup pemuai dan memasuki *evaporator* di dalam alat ini zat pendingin akan menyerap panas dalam ruangan melalui kumparan pendingin, dan blower pada *evaporator* meniupkan udara kedalam ruangan, maka zat pendingin akan berubah kembali menjadi uap bertekanan rendah tapi masih mengandung sedikit cairan campuran zat pendingin kemudian masuk kedalam akumulator atau pengering dan dengan demikian sirkulasi kerja akan berjalan terus dalam sistem lingkaran tertutup. Dalam menjaga kinerja mesin pendingin tetap optimal, maka diperlukan perawatan secara berencana, dan perawatan-perawatan tersebut disesuaikan dengan jam kerja sistem pendingin udara tersebut.

Sumanto (2019:50) mengungkapkan bahwa perawatan pada sistem *Air Conditioner* meliputi pekerjaan untuk mempertahankan semua peralatan yang ada dalam keadaan sebaik-baiknya sehingga diperoleh:

- 1) Waktu operasi yang maksimal.
- 2) Pemakaian daya listrik yang rendah sehingga biaya operasional menjadi lebih murah.
- 3) Keandalan operasional mesin pendingin udara untuk menghindari penghentian mesin karena kerusakan atau kecelakaan.
- 4) Umur mesin menjadi lebih panjang.
- 5) Operasi yang memuaskan, melalui penjadwalan perawatan yang tepat, pemeriksaan berkala, penghematan tenaga kerja dan pekerjaan yang berlebihan, dan penghematan penggunaan bahan dan energi.

b. Bagian-bagian dalam sistem mesin pendingin udara

Bagian-bagian sistem pendingin mesin pendingin udara sebagai berikut :

1) Kompresor

Sebuah alat (mesin) yang berfungsi untuk menghisap zat pendingin tekanan rendah dari *evaporator* kemudian dikompresi/ditekan menjadi gas dengan tekanan tinggi untuk dialirkan ke kondensor. Kompresor adalah jantung dari kompresi uap. Kompresor atau pompa isap berfungsi mengalirkan refrigeran ke seluruh sistem pendingin. Sistem kerjanya adalah dengan mengubah tekanan, dari sisi bertekanan rendah ke sisi bertekanan tinggi. Ketika kompresor bekerja, refrigeran yang dihisap dari *evaporator* dengan suhu dan tekanan rendah dimampatkan, sehingga suhu dan tekanannya naik. Gas yang dimampatkan ini ditekan keluar dari kompresor lalu dialirkan ke kondensor, tinggi rendahnya suhu dikontrolkan dengan *thermostat*.

Fungsi kompresor dapat diibaratkan sebagai jantungnya mesin pendingin karena memiliki fungsi layaknya jantung pada tubuh manusia. Kompresor pada sistem pendingin berfungsi untuk memompa dan menghisap gas refrigerant atau bahan pendingin ke seluruh bagian sistem pendingin. Kompresor akan memompa

(memampatkan) bahan pendingin sehingga menjadi gas bertekanan dan bersuhu tinggi yang kemudian disalurkan ke kondensor. Kompresor juga akan menghisap bahan pendingin yang telah bertekanan rendah dari evaporator. Jika kompresor ini mengalami kerusakan tentunya kerja mesin pendingin akan terganggu dan proses pendinginan tidak berjalan normal.

Berikut ini adalah jenis kompresor yang banyak digunakan, yaitu :

a) Kompresor Torak (*Reciprocating compressor*)

Pada saat langkah hisap *piston*, gas refrigeran yang bertekanan rendah ditarik masuk melalui katup hisap yang terletak pada *piston* atau di kepala kompresor. Pada saat langkah buang, *piston* menekan *refrigerant* dan mendorongnya keluar melalui katup buang, yang biasanya terletak pada kepala silinder.

Kompresor torak banyak dipakai pada mesin refrigerasi. Kompresor torak memiliki lubang yang sempit pada katupnya. Hal ini kurang cocok apabila digunakan untuk bahan pendingin bertekanan rendah yang membutuhkan volume tekanan dalam jumlah besar.

Jika diibaratkan, cara kerja kompresor Torak seperti pada mesin motor 2 tak. Pada kompresor torak terdapat silinder dimana torak (*piston*) bergerak bolak-balik. Gerakan bolak-balik torak tersebut terjadi karena gerak putar poros engkol yang digerakkan oleh motor listrik. Ada dua langkah dalam kerja kompresor torak. Pertama, pada saat langkah hisap torak akan bergerak ke bawah. Gerakan torak kebawah ini akan menyebabkan terjadinya penurunan tekanan sehingga katup hisap akan terbuka. Maka hal ini akan membuat bahan pendingin bisa terhisap masuk ke dalam silinder kompresor

Proses kedua yaitu langkah tekan. Pada saat terjadi langkah tekan, torak bergerak ke atas memampatkan gas dan mendorongnya keluar melalui katup tekan. Bahan pendingin akan

didorong menuju ke kondensor. Proses hisap dan tekan ini terjadi terus menerus di dalam silinder kompresor.

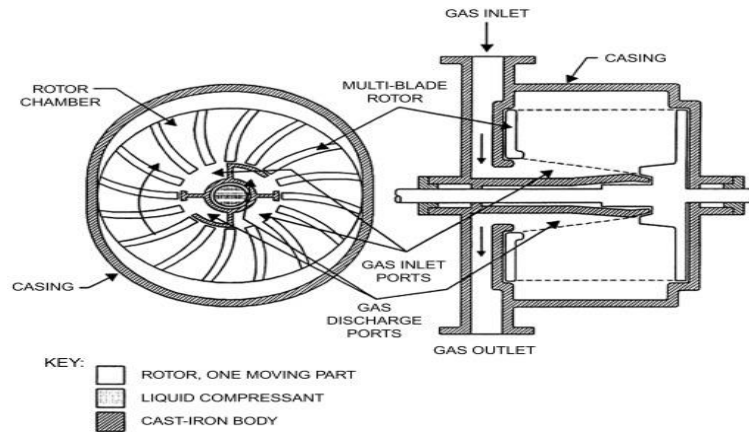


Gambar 2.2 Kompresor Torak

b) Kompresor *Rotary*

Rotor adalah bagian yang berputar di dalam *stator*, *rotor* terdiri dari dua baling baling. Langkah hisap terjadi saat katup mulai terbuka dan berakhir setelah katup tertutup. Pada waktu katup sudah tertutup dimulai langkah tekan sampai katup pengeluaran membuka, sedangkan pada katup secara bersamaan sudah terjadi langkah hisap, demikian seterusnya. Kelebihan dari kompresor ini adalah konsumsi daya listriknya hemat.

Bentuknya kompresor rotary lebih kompak. Selain itu tidak berisik dan getaran saat dioperasikan kecil. Namun kelebihannya itulah yang membuatnya lebih mahal dari kompresor lain. Kompresor jenis ini harganya mahal dan jika terjadi kerusakan akan sulit diperbaiki. Jenis kompresor ini banyak dipakai pada mesin pendingin AC Split.



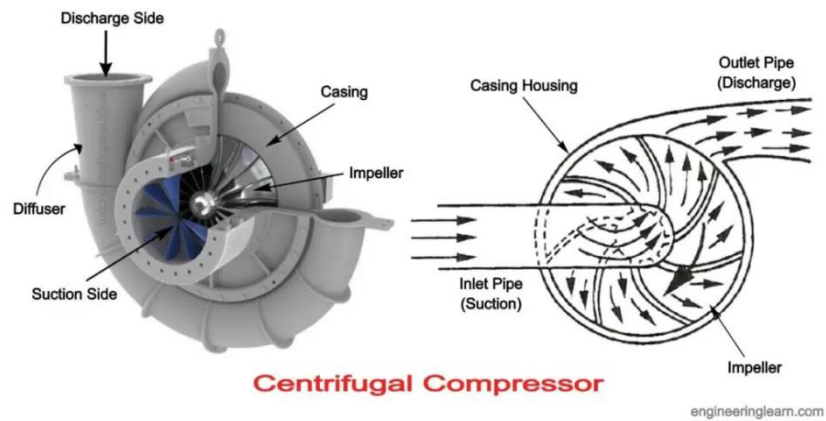
Gambar 2.3 Kompresor *Rotary*

c) Komperesor Sentrifugal

Komperesor sentrifugal digunakan untuk melayani sistem-sistem refrigerasi yang berkapasitas antara 200 KW hingga 10.000 KW. Kompresor ini merupakan kompresor dengan putaran tinggi dengan volume besar namun tekanannya rendah. Didalam kompresor sentrifugal terdapat roda impeller yang menjadi satu dengan poros, dan terbungkus oleh casing besi.

Kompresor ini banyak dipakai untuk AC Central dengan kapasitas yang cukup besar. Untuk kebutuhan perumahan, kompresor sentrifugal jarang digunakan, karena putaran dan volumenya yang besar tersebut. Prinsip kerja dari kompresor sentrifugal adalah gas dengan tekanan dan kecepatan rendah dari saluran hisap mengalir melalui poros roda impeller. Saat mencapai roda impeller, gas akan ditekan keluar antara daun impeller. Dorongan sentrifugal itu timbul dari roda yang berputar dan dari ujung daun kerumah kompresor dengan kecepatan, suhu dan tekanan yang lebih tinggi.

Kemudian gas bertekanan dan berkecepatan tinggi akan dialirkan dari rumah kompresor ke saluran yang dapat mengurangi kecepatannya dan dialirkan pada tingkat ke-2. Gas refrigerant akan dialirkan ke ruangan pengumpul dan kemudian dialirkan ke kondensor.



Gambar 2.4 Kompresor Sentrifugal

d) Compressor Hermetic

Compressor hermetic adalah jenis compressor dimana motor dan compressornya berada dalam satu bodi/housing. Motor penggerak langsung memutar poros compressor, sehingga jumlah putaran compressor sama dengan jumlah putaran motornya. Compressor hermetik dapat terdiri dari compressor torak/piston dan compressor rotari/ scroll. Kelebihan dari jenis compressor ini dari segi harga yang sangat kompetitif. Sedangkan kekurangan dari tipe ini , jika ada kerusakan dari compressor, maka biasanya tidak dapat diperbaiki dan harus diganti dengan compressor baru.



Gambar 2.5 Kompresor Hermetic

2) Pemisah Minyak (*Oil Separator*)

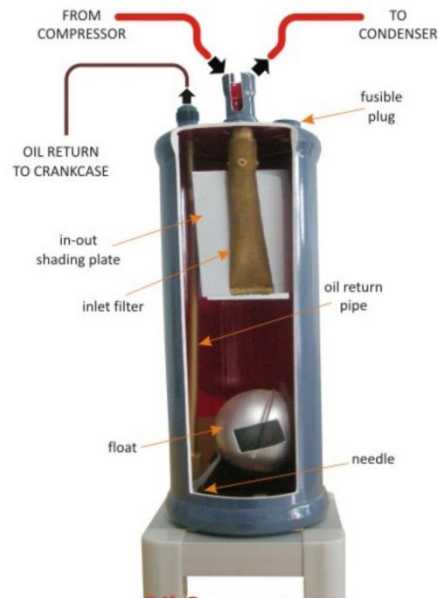
Fungsi Oil Separator membersihkan refrigerant dari minyak pelumas yang terbawa ke sistem dan berasal dari ruang engkol kompresor dan dikembalikan lagi ke dalam ruang engkol kompresor. Pemisahan ini perlu dilakukan karena bila minyak lumpur terbawa ke dalam sistem, maka akan melekat / membuat lapisan (film) pada dinding bagian dalam pipa-pipa evaporator. Beberapa kompresor Torak berukuran kecil, pelumasannya menggunakan sistem percik (splash lubricated), tetapi pada umumnya pelumasan tekan dipasang dengan menggunakan pompa minyak pelumas yang digerakkan melalui poros engkol (Crank Shaft). Sistem pemisahan dilakukan secara mekanik dengan memasukkan refrigerant ke dalam Oil Separator berputar pada piringan (disc plate) dengan pengaruh gaya sentrifugal, maka akan terjadi turbulensi dan gaya berat minyak terpisah mengalir kebawah, sementara refrigerant menuju keatas terus masuk ke kondensor.

Minyak lumpur yang terpisah kebawah, sebelum masuk kembali ke ruang engkol kompresor melalui solenoid valve sebagai peengontrol. Perhatikan pada saat mesin pendingin bekerja, solenoid valve yang bekerja dan pipa minyak yang menuju ke ruang engkol bila dipegang terasa panas berarti adanya aliran minyak, tetapi bila terasa dingin berarti tidak ada minyak mengalir.

1. Bila diduga tidak ada aliran minyak kembali ke ruang engkol kompresor, maka perlu dilakukan pemeriksaan bekerjanya solenoid valve tersebut atau apabila dilengkapi dengan oil strainer juga perlu diperiksa, hal ini sangat penting agar jangan sampai minyak pelumas terbawa terus ke dalam sistem.
2. Perhatikan bila minyak lumpur sampai mengendap di dalam pipa-pipa dan segmen-segmen Evaporator, maka akan berakibat mengurangi penyerapan panas untuk penguapan sehingga akan menurunkan kualitas pendinginan, bahkan dapat berakibat rusaknya semua proses refrigerant di dalam sistem.

Bila kondisi minyak sudah terjadi mengendap/ terjebak didalam evaporator, segera lakukan antara lain :

1. Cara pertama “ High pressure system “ melakukan segera perawatan pembersihan saringan hisap/ tekan (filter) pengering refrigerant (drier) ganti baru semua Silica gel, pastikan system bekerja lancar dan naikan sedikit tekanan tinggi (High pressure) , dengan menaikkan HP switch lebih tinggi atau dengan menambah sejumlah refrigerant . Misal untuk Freon R.22 naikan tekanan +- 14 kg/Cm2 sampai beberapa saat +- 30 menit ditunggu , apabila cara ini tidak berhasil pakai cara berikut.
2. Cara Kedua melakukan prosedure “ Vacuum “ cara sebaliknya dari pada HP system yaitu semua refrigerant didalam system masuk dikumpulkan kedalam kondensor (tutup katup setelah kondensor), dengan harapan minyak pelumas yang mengendap /terjebak didalam evaporator akan terikut / terhisap (Vacuum) bersama refrigerant melalui Oil separator lagi.
3. Cara Ketiga melakukan prosedur “ defrosting “ yaitu dengan menjalankan kompresor dengan refrigerant “ tanpa “ memasukkan / tanpa melalui kondensor, sehingga refrigerant yang masih berupa Gas-panas terus bekerja menembus ke system untuk mendorong minyak pelumas yang mengendap / terjebak didalam evaporator dan system. Pada saat melakukan defrosting dapat juga dibantu dengan memasukkan bahan kimia cair “ Water killer “ ukuran 1 (satu) – 2 (dua) sendok makan kedalam system , cara penambahan refrigerant memakai corong.
4. Cara Keempat “ Segmen replacement “ ,apabila sistem evaporator menggunakan elemen-elemen atau segmen- segmen yang dapat terpisah ,maka akan terlihat segmen-segmen yang tidak bekerja normal banyak melekat timbunan salju atau lapisan es keras dan ini dapat menunjukkan adanya kandungan minyak didalam segmen, maka segera lakukan perbaikan /melepas per segmen tersebut.



Gambar 2.6 Oil Spearator

3) Kondensor

Kondensor adalah suatu alat untuk mendinginkan zat pendingin dalam keadaan bertekanan dan temperatur tinggi keluar dari kompressor didinginkan dan diubah menjadi cairan yang masih mempunyai tekanan. Didalam kondensor zat pendingin dalam bentuk gas dan bertekanan didinginkan oleh media pendingin (air laut) menjadi bentuk cair tetapi masih bertekanan tinggi. Kondensor merupakan salah satu komponen pokok dari system pendingin fungsinya untuk merubah bentuk gas refrigerant yang diterima dari Kompresor menjadi cairan dengan proses pengembunan. Proses pengembunan (Condensation) dilakukan pada saat tekanan tetap, sehingga setelah meninggalkan kondensor, cairan refrigerant masih bertekanan sama dengan tekanan kompresi (high pressure). Selanjutnya cairan refrigerant ini disalurkan ke system melalui alat-pengering (drier) yang berisi saringan (filter) dan butiran-butiran Silica gel.

Ada beberapa jenis kondensor yang umum dipergunakan untuk system mesin pendingin(refrigeratingplant) antara lain :

1. Air Cooled Condensor

Kondensor ini menggunakan bahan (media) udara sebagai

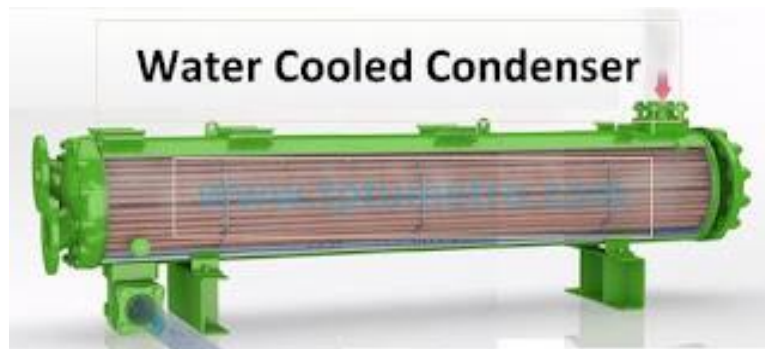
pengembun dan hanya berkapasitas kecil /rendah seperti Cool Case,Ice box,Portable Air Condition yang umumnya dipakai untuk rumah tangga dan perkantoran didarat.

2. Water Cooled Condensor

Kondensor ini menggunakan bahan (media) air laut sebagai pengembun dan berkapasitas besar untuk mendinginkan ruangan permakanan dan system pengaturan udara ruangan / AC di kapal-kapal.

3. Evaporator Condensor.

Kondensor ini tidak pernah dijumpai di Kapal dan umumnya dipergunakan pada Instalasi- instalasi di darat.



Gambar 2.7 Kondensor

Konstruksi kondensor juga ada dua macam :

1. Kondensor yang menggunakan pipa-pipa berbentuk U dan dirol pada pelat-pelat pipa-pipa untuk mencegah kebocoran.
2. Kondensor yang menggunakan pipa-pipa lums dan padtiap-tiap ujungnya disolder perak pada pelat pipa-pipa . Pada kondensor ini air pendingindialirkan 4 kali, ialah dengan membagi ruangan sedemikian rupa hingga dipaksa beredar 4 kali.

Pada kondensor-kondensor tersebut diatas umumnya mempunyai beberapa apendasi atau alat-alat keamanan seperti Katup Keselamatan, untuk membuang bila ada tekanan lebih didalam Condensor.Katup pembuang udara atau Purge Valve (Katup

pembersih), gelas penduga atau Sight glass dan sebuah equalizing pipe ialah pipa penghubung gas antara kondensor dan penampung. Gunanya agar freon yang cair dapat mengalir kedalam penampung dengan mudah.

4) Pengereng (*Dryer Filter*)

Setelah freon ditampung dalam receiver maka freon dialirkan ke keran-keran pembagi dan menuju Filter Drier atau pengereng. Filter Drier umumnya dipasang keran bypass (langsung) pada pipa freon. Telah dijelaskan karena suatu kebocoran pada tekanan tinggi maka akan terjadi kekurangan freon. Alat ini digunakan untuk menyaring kotoran dan menyerap kandungan uap air yang ikut bersama refrigerant pada instalasi mesin refrigerasi. Alat ini merupakan suatu tabung yang didalamnya terdapat bahan pengereng (drier) dan saringan kotoran dan penahan agar bahan pengereng tidak terbawa oleh aliran refrigeran yang dipasang pada kedua ujung tabung tersebut.

Zat-zat pengereng yang paling baik mempunyai sifat-sifat :

1. Tidak teroksidasi terhadap barang-barang yang dipakai dalam instalasi.
2. Tidak mudah hancur menjadi bubuk.
3. Tidak menghisap freon.
4. Tidak menghisap minyak lumas.
5. Mudah menyerap.



Gambar 2.8 Pengereng (*Dryer Filter*)

5) Katup Solenoid (*Solenoid Valve*)

Katup ini berfungsi untuk mengontrol aliran zat pendingin dengan prinsip kerja membuka dan menutup katup berdasar arus listrik yang dihubungkan ke *thermostat*. Ketika suhu ruangan sudah dicapai maka thermostat akan memutuskan arus ke solenoid yang akan menutup katup sehingga aliran zat pendingin terhenti dan akan mengaktifkan *low pressure switch* yang akan memutuskan arus listrik ke motor penggerak kompressor sehingga kompressor berhenti ketika suhu ruangan tercapai.



Gambar 2.9 Katup Solenoid (*Solenoid Valve*)

6) Katup ekspansi (*Expansion Valve*)

Katup Ekspansi adalah merupakan komponen pokok dalam sistem pendingin yang berfungsi untuk menurunkan tekanan refrigerant dari tekanan kondensasi menjadi tekanan penguapan atau tekanan evaporator, dengan jalan mengatur banyaknya refrigerant yang keluar dari katup ekspansi atau yang masuk ke evaporator melalui pencekikan (*throttling*). Refrigerant yang keluar dari katup ekspansi harus berbentuk cairan (paling tidak uap jenuh yang terdiri dari campuran cairan dan uap) yang siap untuk di-uap-kan dengan

bantuan panas sekeliling di ruang evaporator, hasil yang didapatkan adalah :

1. Terjadinya jatuh tekanan, dari tekanan Condensor menjadi tekanan Evaporator.
2. Terjadinya pengembangan atau ekspansi dari cairan refrigerant, sehingga bentuk cairnya berubah menjadi kabut basah (Saturate), yang terdiri dari partikel cairan dan gas yang memudahkan refrigerant menguap pada tekanan yang terjadi bila ada panas yang masuk diserapnya dari sekelilingnya.
3. Dengan demikian mengacu pada uraiandiatas, fungsi utama katup Ekspansi adalah sebagai pengatur aliran refrigerant (Refrigerant flow control). Untuk menurunkan tekanan refrigerant dengan tujuan memudahkan terjadinya penguapan refrigerant di Evaporator.

Diantara banyak jenis katup ekspansi (expansion valves) yang biasa digunakan diatas kapal antara lain :

1. Katup Ekspansi Manual (Hand Expansion Valve).

Katup ekspansi dengan pengaturan tangan, biasanya digunakan sebagai katup ekspansi bantu yang dipasang sebagai by-pass. Besarnya aliran refrigerant cair yang melalui katup tergantung pada perbedaan tekanan antara yang masuk melalui "Orifice" katup dan yang keluar dengan derajat yang dapat diatur secara manual. Dengan perhitungan bahwa perbedaan tekanan pada katup ekspansi selalu sama, besarnya aliran refrigerant yang melalui katup ekspansi, juga akan konstan selamanya tanpa memandang tekanan atau beban evaporator. Kelemahan pokok penggunaan katup ini adalah bahwa katup ini tidak tanggap terhadap perubahan-perubahan beban system dan karenanya harus secara manual diatur kembali setiap terjadi perubahan beban, untuk mencegah kekurangan atau kelebihan masukkan refrigerant ke evaporator.

Katup jenis manual ini justru banyak dipergunakan pada Instalasi pendingin yang besar yang bebannya relatif konstan, tetapi jika menggunakan kontrol otomatis untuk mengatur naik-turunnya beban, maka tidak ada pilihan lain kecuali harus menggunakan jenis lain.

2. Katup Ekspansi Otomatis(Automatic Expansion Valve)

Secara prinsip cara kerja semua katup ekspansi adalah sama, namun sesuai kebutuhannya maka Katup jenis ini lebih lengkap dengan adanya penambahan komponen, antara-lain:

- a. Bagian utama yaitu katup jarum (needle) dan dudukan (seat), sama halnya dengan katup ekspansi manual.
- b. Bellow atau diaphragm yang berfungsi sebagai penyeimbang tekanan kerja needle.
- c. Pegas (spring) yang diatur melalui baut pengatur (adjusting screw.)
- d. Saringan dipasang pada saluran masuk refrigerant untuk mencegah masuknya kotoran yang dapat mengganjal atau menutupi katup.

3. Katup Ekspansi Thermostatis (Thermostatic Expansion Valve)

Katup ekspansi jenis ini sangat tinggi efisiensi kerjanya dan kesiapannya untuk digunakan pada segala jenis refrigerant, maka katup ekspansi thermostatis ini sangat banyak digunakan sebagai pengatur aliran refrigerant saat ini. Kalau pada Automatic Expansion Valve dasar kerjanya adalah untuk menjaga tekanan konstan evaporator, maka Thermostatic Expansion Valve ini bekerja untuk menjaga derajat konstan suhu Uap kering (superheated steam) yang disalurkan keluar evaporator, tetapi tidak dapat menjaga sekaligus keduanya yaitu tekanan dan suhu uap kering yang konstan. Untuk memenuhi tuntutan tersebut, perlu penggunaan jenis thermostatic yang disebut Internal thermostatic expansion valve.



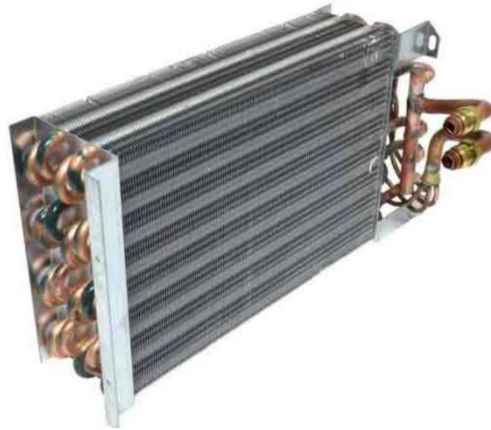
Gambar 2.10 Katup ekspansi (*Expansion Valve*)

7) *Evaporator*

Fungsi Evaporator adalah sebuah alat untuk memproses penguapan dengan cara pengambilan panas yang menyebabkan bahan , ruangan atau apapun lainnya menjadi dingin. Jadi fungsi evaporator adalah menguapkan refrigerant dari bentuk cair menjadi bentuk gas atau uap pada tekanan dan suhu yang rendah. Untuk terjadi penguapan perlu bantuan panas dari sekeliling, sehingga suhu sekeliling yang diambil panasnya akan menjadi dingin.

Dampak yang menyebabkan suhu sekeliling yang “kehilangan” panas dan menjadi dingin ada dua alternatif :

- a. Sekeliling yang kehilangan panas tersebut adalah memang ruang yang ingin didinginkan, sistem ini disebut sistem pendinginan langsung, artinya evaporator terletak diruang yang ingin didinginkan.
- b. Sekeliling yang kehilangan panas dan menjadi dingin tersebut bukan ruangan yang didinginkan, melainkan media pendingin kedua yang mempunyai titik beku rendah, disebut “air brine/ water brine”. Brine yang telah didinginkan inilah yang nantinya digunakan untuk mendinginkan ruangan, sistem ini disebut pendinginan tak langsung, artinya evaporator tidak terletak didaluaruangan yang didinginkan.



Gambar 2.11 *Evaporator*

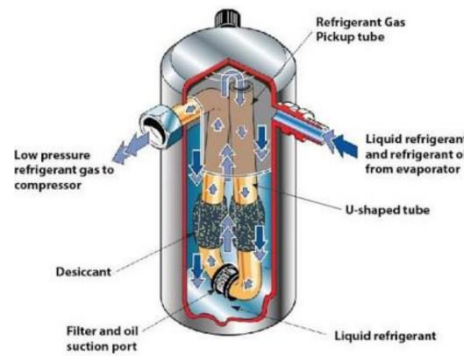
8) Akumulator (*Accumulator*)

Akumulator adalah suatu peralatan bantu dalam sistem refrijerasi yang mempunyai fungsi untuk menampung atau memisahkan antara cairan *refrigerant* dan gas *refrigerant* agar *refrigerant* yang masuk ke dalam kompresor semuanya berbentuk gas *refrigerant*. Akumulator biasanya dipasang setelah *evaporator* dan sebelum kompresor atau pada bagian sisi tekanan rendah dari sistem.

Refrigeran gas dari Evaporator yg bercampur dengan refrigeran cair dan juga pelumas yg terbawa sirkulasi dalam sistem masuk ke inlet Accumulator. Pada saat masuk ke Accumulator kecepatan aliran refrigeran turun dengan tiba2 sehingga pelumas dan refrigeran cair yg berat jenisnya lebih besar dari refrigeran dalam bentuk gas akan turun ke bagian bawah Accumulator. Sementara refrigeran dalam bentuk gas akan langsung masuk ke bagian pipa outlet Accumulator. Bagaimana nasib refrigeran cair dan pelumas yang terperangkap di bagian bawah Accumulator. Pipa keluar dari Accumulator dibuat berputar 180 derajat yaitu masuk dari bagian atas kemudian pipa dilengkung ke bagian bawah Accumulator dan keluar dari bagian atas (baik langsung vertical atau berbelok 90 derajat).

Dibagian bawah pipa outlet Accumulator terdapat sebuah lubang (bleed hole) ada yang dilengkapi filter ada juga yg tidak melalui bleed hole inilah refrigeran cair dan pelumas yg terperangkap di bawah, ikut kembali terbawa masuk ke pipa keluar dari Accumulator. Prinsipnya

sama seperti cara kerja teknik pengecatan dengan air compressor atau air brush, dimana refrigerant gas, pelumas dan refrigeran cair dicampur sehingga berbentuk seperti kabut (mist). Proses pengabutan ini juga terjadi mulai dari inlet Accumulator dimana refrigeran cair tidak langsung jatuh ke bagian bawah Accumulator, tetapi diputar dengan sudut dibawah 90 derajat sehingga aliran refrigeran keluar dari inlet Accumulator akan berputar untuk memecah refrigeran cair dan gas maupun pelumas menjadi pertikel2 yang lebih kecil.



Gambar 2.13 Akumulator (*Accumulator*)

9) Tangki Penampung (*Receiver*)

Receiver atau tangki penampung berfungsi sebagai penampung atau penyimpan zat pendingin dalam sistem pendingin.



Gambar 2.14 Tangki Penampung (*Receiver*)

10) *Blower*

Blower berfungsi untuk menghisap udara dan dialirkan melalui evaporator (di dalam *evaporator* terjadi pertukaran panas, dimana udara melepas panas yang diserap zat pendingin) kemudian udara dialirkan ke ruangan-ruangan.

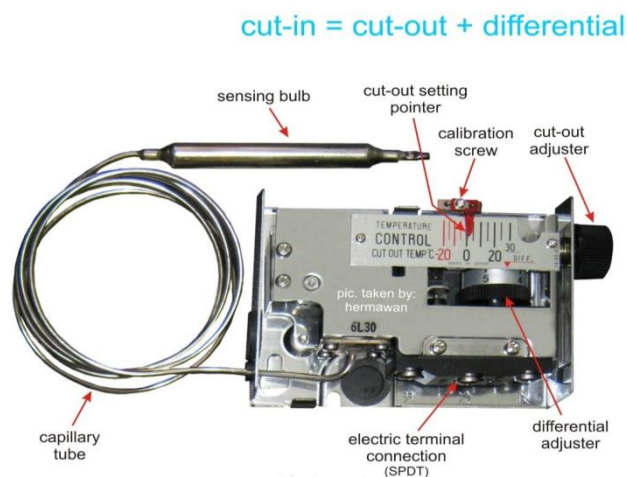


Gambar 2.15 Blower

11) Alat-alat pengontrol (*Safety Devices*)

Alat-alat pengontrol pada sistem pendingin terdiri dari :

- a) *Thermostat* : berfungsi untuk mengatur suhu yang diinginkan. *Thermostat* akan memutus arus listrik apabila suhu yang ditentukan telah tercapai di dalam ruangan dan akan sistem akan bekerja kembali (sesuai pengaturan pada *thermostat*) jika suhu di dalam ruangan naik.



Gambar 2.16 Thermostat

- b) *High Pressure Cut-Off Switch* (saklar pemutus arus pada sisi tekanan terlalu tinggi). Berfungsi untuk menghentikan kompresor jika sisi tekanan terlalu tinggi.
- c) *Low Pressure Cut-off Switch* (saklar pemutus arus ketika sisi hisap terlalu rendah) untuk menghentikan kompresor jika sisi hisap terlalu rendah dan berfungsi untuk mencegah terjadinya

pembekuan pada *evaporator*, juga mencegah udara dan uap air masuk kedalam sistem apabila terjadi kebocoran pada sisi tekanan rendah.

- d) Saklar pemutus arus ketika tekanan minyak lumas rendah (*LO Pressure Cut-Off Switch*).
- e) Katup Pengatur Tekanan (*Evaporator Pressure Regulating Valve/Back Pressure Regulator*). Berfungsi untuk mencegah tekanan *evaporator* agar tidak turun sampai dibawah batas tekanan yang telah ditentukan.
- f) *Solenoid Valve* atau disebut juga *magnetic stop valve*. Katup Solenoid dapat mengontrol secara otomatis yaitu menghentikan atau meneruskan aliran zat pendingin yang diatur oleh kumparan yang dialiri arus listrik, katup solenoid dikontrol oleh sakelar *thermostat*.

c. Tujuan Pendinginan Pada Kondensor Sistem Pendingin Udara

Sumanto (2019:53) menyatakan bahwa apabila didalam kondensor tidak ada pendinginan pada saat sistem pendingin udara bekerja, maka akan terjadi peningkatan panas yang berlebihan. Hal ini dapat menyebabkan kondensor kurang maksimal sehingga zat pendingin yang bertekanan tinggi dan bertemperatur tinggi tidak maksimal terkondensasi pada kondensor tersebut. Timbulnya masalah-masalah pada sistem pendinginan pada kondensor akibat dari debit air dan tekanan air pendingin tidak optimal, disebabkan oleh kurangnya perawatan terhadap sistem pendingin, serta peralatan sistem pendingin yang tidak bekerja dengan optimal. Air pendingin dalam fungsinya sangat penting dalam menjaga kelancaran pengoperasian sistem pendingin udara untuk mempertahankan suhu pada semua ruang akomodasi kapal.

3. Suhu Ruang Akomodasi

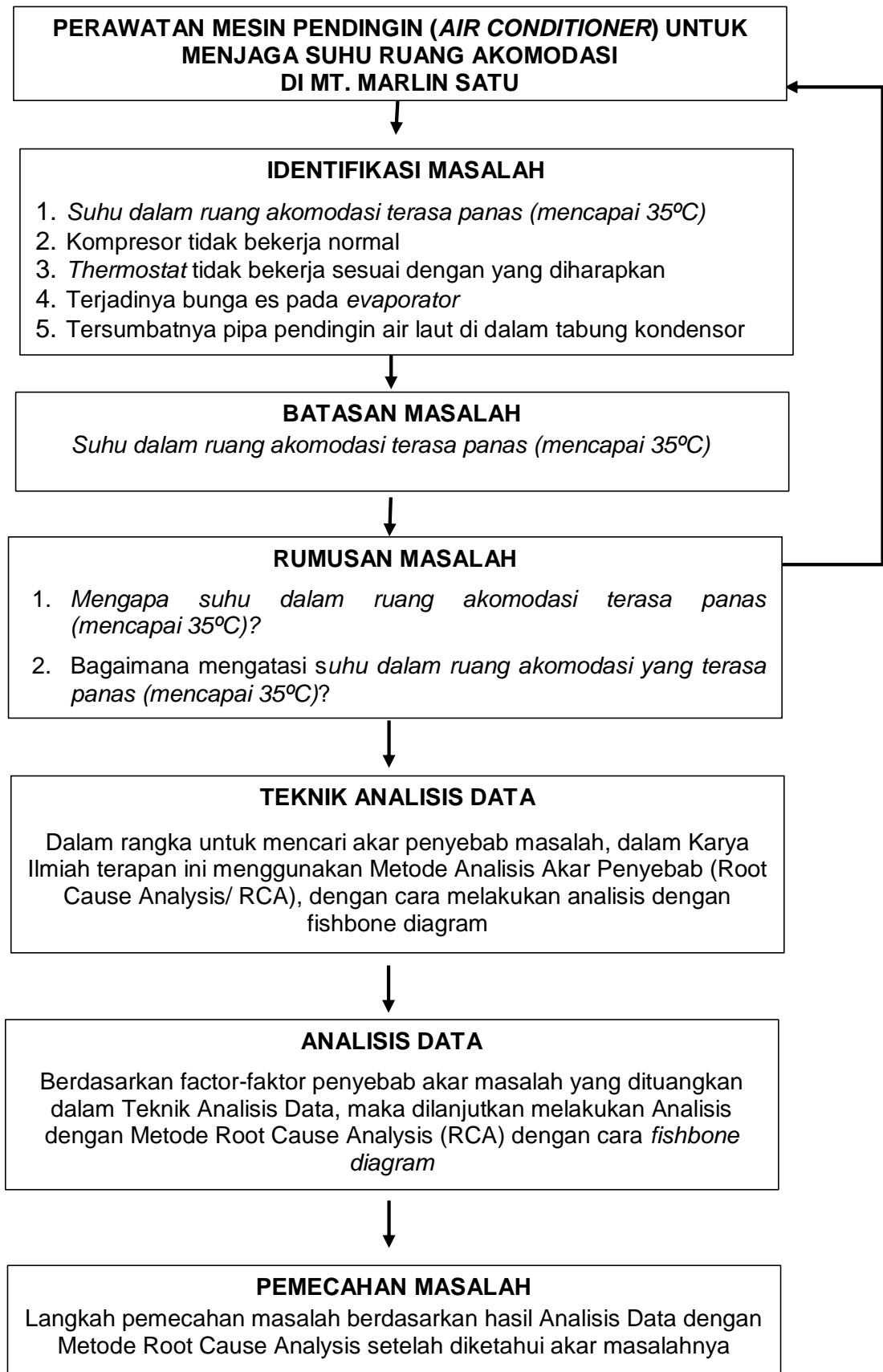
Menurut Benyamin (2019:12) bahwa suhu adalah besaran termodinamika yang menunjukkan besarnya energi kinetik translasi rata-rata molekul dalam sistem gas, suhu diukur dengan menggunakan termometer.

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer. Suhu disebut juga temperatur. Mengacu pada SI(Satuan Internasional), satuan suhu adalah Kelvin (K). Skala-skala lain adalah Celcius,Fahrenheit, dan Reamur. Pada skala Celcius, 0°C adalah titik dimana air membeku dan 100°C adalah titik didih air pada tekanan 1 atmosfer. Skala ini adalah yang paling sering digunakan di dunia. Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara. Angka konsentrasi ini dapat diekspresikan dalam kelembaban absolut, kelembaban spesifik atau kelembaban relatif. Alat untuk mengukur kelembaban disebut higrometer.

Sistem pengatur suhu di ruang akomodasi kapal adalah upaya untuk menjaga suhu ruang yang diinginkan dengan adanya sarana alami dan mekanik (ventilasi atau jendela dan kipas atau AC). Berdasarkan aturan ILO MLC 2006 Pedoman B3.1.2- Ventilasi menyebutkan bahwa

- a. Sistem ventilasi untuk ruang tidur dan ruang makan harus dikontrol guna memelihara udara tetap dalam kondisi memuaskan dan memastikan kecukupan pergerakan udara yang mencukupi dalam segala kondisi cuaca dan iklim.
- b. Sistem-sistem pengaturan udara, apakah terpusat atau individu, harus dirancang untuk:
 - 1) Memelihara udara pada suhu dan kelembaban yang relatif memuaskan dibandingkan kondisi udara luar, memastikan pertukaran udara yang memadai dalam semua ruang ber-AC, mempertimbangkan karakteristik kegiatan operasi di laut dan tidak menciptakan kebisingan atau vibrasi berlebihan; dan
 - 2) Memfasilitasi pembersihan dan disinfeksi guna mencegah dan mengontrol penyebaran penyakit.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMECAHAN

A. DESKRIPSI DATA

Pada tanggal 09 Januari 2023 saat MT. Marlin Satu dalam pelayaran di Singapore, terjadi gangguan pada kompresor yang berhenti bekerja. Dalam keadaan seperti ini biasanya kompresor tidak bisa dijalankan lagi, karena tidak ada lagi arus listrik yang mengalir masuk ke motor penggerak kompresor. Untuk mengetahui penyebab hal tersebut, maka diadakan pengecekan dan reset pada sistem, untuk mencoba menjalankan kompresor kembali. Ternyata setelah di reset pada alat pengaman pada *pressure switch* tekanan tinggi, kompresor dapat bekerja kembali. Tapi keadaan tersebut tidak dapat berlangsung lama dan hanya mampu berjalan sekitar 20 menit saja dan akhirnya sistem tersebut kembali berhenti.

Kemudian penulis mengamati kondisi kerja pada tiap-tiap bagian baik pada tekanan isap maupun tekanan kerjanya. Ternyata pada tekanan kerja pada bagian sisi tekanan tinggi menunjukkan data yang melebihi batas-batas tekanan normal dan tekanan kerja kompresor adalah 14 bar - 16,5 bar. Pada keadaan yang tidak normal dan dibiarkan bekerja, maka secara perlahan-lahan tekanannya akan naik terus sehingga pada saat mencapai tekanan pengaman yang telah ditetapkan yaitu 22 bar, tekanan tinggi akan memutuskan hubungan listrik ke motor penggerak kompresor. Akibatnya, suhu ruang akomodasi mencapai 35 °C sehingga menjadi tidak nyaman (suhu normal AC yaitu 23°C-26°C).

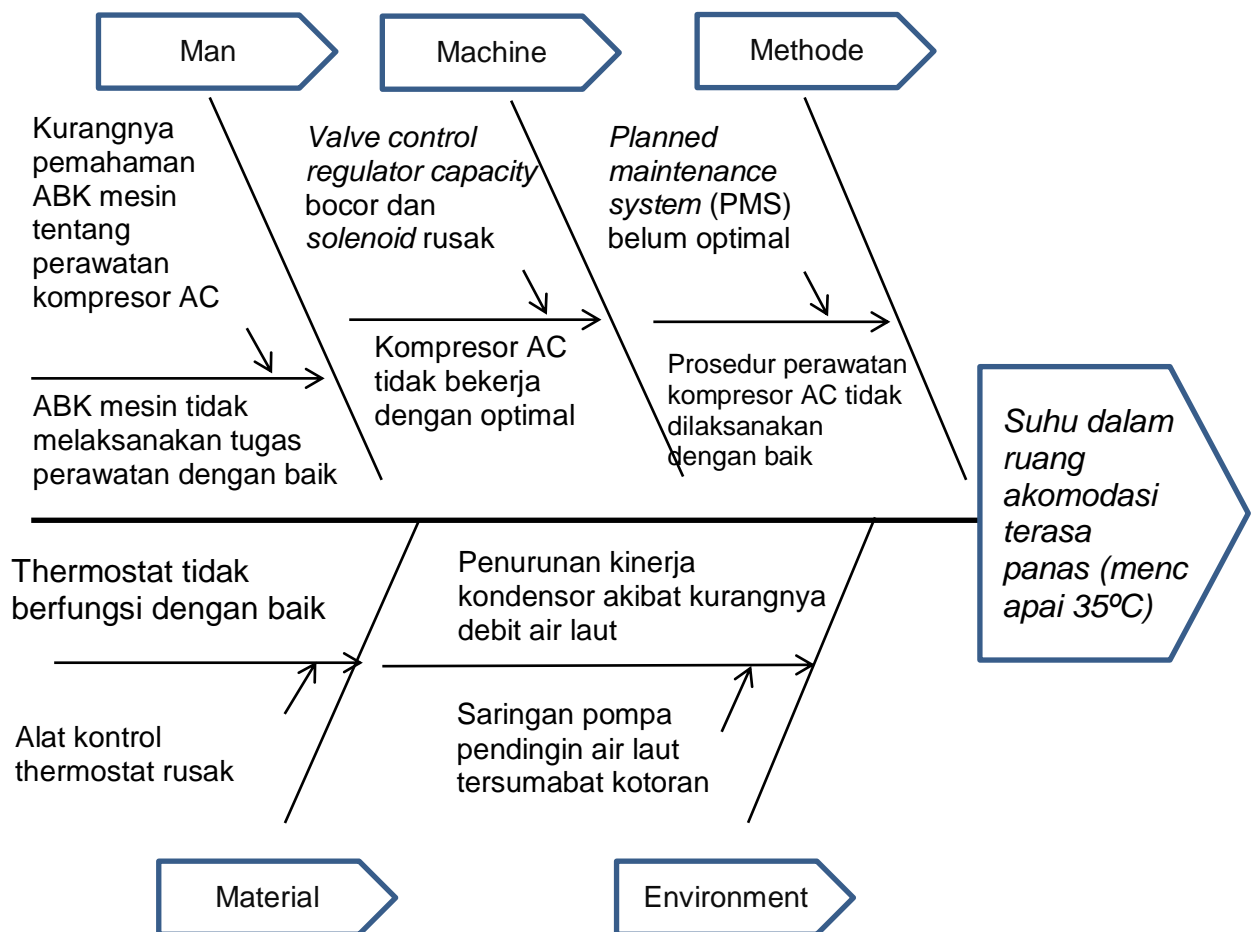
B. ANALISIS DATA

Teknik analisis data yang penulis gunakan pada pembahasan Karya Ilmiah Terapan ini yaitu metode analisis akar penyebab (*Root Cause Analysis / RCA*), dengan cara melakukan analisis dengan investigasi 5 whys

FAKTA : Pada tanggal 09 Januari 2023 saat MT. Marlin Satu dalam pelayaran di Singapore

GEJALA / SYMPTOM : Ruang akomodasi terasa panas

MASALAH : *Suhu dalam ruang akomodasi terasa panas (mencapai 35°C)*



Gambar 4.1 Diagram Fishbone

PENYEBAB DARI ASPEK :

1. MAN :

- ☐ **Penyebab Utama (L1) :** Kurangnya pemahaman ABK mesin tentang perawatan kompresor AC

L : Level

- ☐ **Penyebab (L2) :** ABK mesin tidak melaksanakan tugas perawatan dengan baik

2. MACHINE

- ☐ **Penyebab Utama (L1) :** *Valve control regulator capacity* bocor dan *solenoid* rusak (*defective*).

L : Level

- ☐ **Penyebab (L2) :** Kompresor AC tidak bekerja dengan optimal

3. METHODE :

- ☐ **Penyebab Utama (L1) :** *Planned maintenance system* (PMS) belum optimal

L : Level

- ☐ **Penyebab (L2) :** Prosedur perawatan kompresor AC tidak dilaksanakan dengan baik

4. MATERIAL :

- ☐ **Penyebab Utama (L1):** Alat kontrol thermostat rusak

L : Level

- ☐ **Penyebab (L2) :** Thermostat tidak berfungsi dengan baik

.

5. ENVIRONMENT :

- ☐ **Penyebab Utama (L1) :** Saringan pompa pendingin air laut tersumbat kotoran.

L : Level

- ☐ **Penyebab (L2) :** Penurunan kinerja kondensor akibat kurangnya debit air laut

NO	FAKTOR PENYEBAB	AKAR MASALAH	PEMECAHAN MASALAH	PIC	BATAS WAKTU	PROGRESS
1	FAKTOR MANUSIA	Kurangnya pemahaman ABK mesin tentang perawatan instalasi AC.	<p>Sementara : Melakukan pembelajaran secara mandiri dengan membaca buku instruksi manual book instalasi AC yang tersedia di Engine Control Room.</p> <p>Utama : Kepala Kamar Mesin memberikan familiarisasi secara terperinci dan lengkap serta pelatihan bagi ABK Mesin dalam perawatan instalasi pendingin udara (AC).</p>	Kepala Kamar Mesin	1 bulan	Crew dapat mengerti pengoperasian dan perawatan instalasi mesin pendingin.
2	FAKTOR MESIN (Peralatan)	Valve control regulator capacity bocor dan solenoid rusak.	<p>Sementara : Menghentikan pengoperasian kompresor yang mengalami valve regulator capacity dan solenoid yang bocor. Kemudian menghidupkan Kompresor yang spare yang standby.</p> <p>Utama : Mengganti valve regulator capacity serta solenoid dengan yang baru kemudian lakukan pengecekan kembali pada barang yang diganti lakukan perbaikan apabila bisa dilakukan.</p>	2nd Engineer	2 hari	Kompresor yang mengalami penurunan kinerja dapat beroperasi kembali dengan normal.
3	FAKTOR PROSEDUR	Planned maintenance system (PMS) belum optimal.	<p>Sementara : Melakukan perawatan dengan mengacu pada penurunan parameter indicator instalasi pendingin ruangan.</p> <p>Utama : Melakukan perawatan dengan mengacu pada buku instruksi manual sehingga instalasi mesin pendingin untuk menjaga performa selalu baik.</p>	ABK mesin	Referensi PMS	Instalasi mesin pendingin terjaga dengan baik.
4	FAKTOR MATERIAL	Alat kontrol thermostat rusak.	<p>Sementara : Lakukan pengecekan secara manual indicator suhu secara berkala.</p> <p>Utama : Melakukan pemeriksaan alat kontrol thermostat apabila tidak dapat diperbaiki lakukan penggantian dengan yang material baru Dan lakukan kalibrasi dan pengecekan sesuai buku instruksi manual.</p>	2nd Engineer	2 hari & 5000 jam	Suhu ruangan terjaga sesuai dengan setingan, akurasi indicator yang baik.
5	FAKTOR LINGKUNGAN	Saringan pompa pendingin air laut tersumbat kotoran.	<p>Sementara : Melakukan pembersihan saringan apabila tekanan pompa turun.</p> <p>Utama : Melakukan pembersihan saringan secara berkala sebelum tekanan pompa turun sudah dilakukan pengecekan.</p>	ABK mesin	1 hari & Berkala	Laju air yang masuk dalam Kondensor maksimal.

Gambar 4.1 Tabel Pemecahan Masalah

PENYEBAB :

1. Kurangnya pemahaman ABK mesin tentang perawatan kompresor AC

Kurangnya pemahaman ABK Mesin mengenai aturan yang berlaku dalam melakukan perawatan agar sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan dalam *Planned maintenance system* (PMS) juga menjadi salah satu faktor penunjang ke disiplin karena menyebabkan Anak Buah Kapal (ABK) terbiasa dengan cara kerja yang lama. Hal tersebut tentu saja membuat

perawatan berkala khususnya dalam perawatan terhadap mesin pendingin udara menjadi tidak efisien.

ABK Mesin kurang memahami prosedur perawatan kompresor AC dapat daapt disebabkan oleh beberapa faktor dan akibatnya dapat berdampak negatif. Salah satu penyebab utama adalah kurangnya pengalaman kerja dan familiarisasi yang memadai. ABK Mesin masih baru dan belum mendapatkan familiarisasi yang memadai tentang perawatan kompresor AC atau tidak memiliki pemahaman dasar yang cukup tentang sistem pendingin kapal. Akibatnya, perawatan kompresor AC tidak dilakukan secara benar atau tidak teratur, yang berpotensi menyebabkan penurunan kinerja kompresor, kerusakan komponen, dan bahkan kegagalan sistem.

2. *Valve control regulator capacity bocor dan solenoid rusak (defective)*

Kebocoran pada *seal ring* dan *control regulator capacity* menyebabkan kapassitas *compressor AC* rendah. Hal ini mengakibatkan kinerja mesin pendingin ruangan tidak optimal sehingga suhu ruang akomodasi kapal menjadi panas. Kebocoran pada *seal ring* disebabkan jam kerja *seal ring* sudah melewati batas toleransi. Begitu juga dengan *control regulator capacity* yang bocor disebabkan tidak dilakukannya perawatan secara berkala sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*.

Kompresor AC tidak bekerja secara optimal disebabkan oleh beberapa hal seperti kebocoran pada *seal ring* dan *valve control regulator capacity* sebagaimana telah dijelaskan di atas. Selain itu, terjadinya kerusakan (*defective*) pada *solenoid valve* yang disebabkan banyaknya uap air sehingga menimbulkan korosi, juga menjadi salah satu penyebab kompresor AC tidak bekerja maksimal.

Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup (*valve*) solenoid yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya dimana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan plunger pada bagian dalamnya ketika plunger berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve pneumatic* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari supply (service unit), pada umumnya *solenoid valve pneumatic* ini mempunyai tegangan kerja 110 Volt/220 Volt AC.

Pada dasarnya *solenoid valve* rentan terhadap kerusakan yang diakibatkan dari kualitas udara yang buruk antara lain kotor, mengandung uap air dll sehingga dapat mempengaruhi kerja atau gerakan piston yang terdapat dibagian dalam *solenoid valve*, pada prinsipnya kondisi piston ini harus selalu bersih dan licin agar gerakannya selalu bebas dan tidak seret, lalu bagaimana proses terjadinya kerusakan, begini, ketika salah satu coil dari *solenoid valve* menggerakkan piston, yang seharusnya piston bergerak dari posisi A ke posisi B, namun karena adanya kemacetan pada bagian piston, maka piston tidak bergerak sama sekali, akibatnya coil *solenoid valve* menjadi panas akibat dari beban atau piston yang tidak bergerak dan lama-kelamaan coil akan terbakar dan rusak sehingga tidak dapat bekerja lagi.

Ada beberapa penyebab kenapa *solenoid valve* mengalami kerusakan sehingga tidak dapat digunakan kembali dan akhirnya mesin pun akan mengalami kerugian yang cukup besar, pada intinya kerusakan *solenoid valve* adalah karena pistonnya macet akibat dari :

- a. Udara mengandung uap air yang cukup banyak, sehingga menimbulkan korosi di blok *solenoid valve*. Faktor inilah yang sering penulis temui di kapal menyebabkan *solenoid valve* rusak.
- b. Udara kotor, sehingga lama-kelamaan kotoran akan menumpuk di pistonnya.
- c. Pada supply udara tidak ada tabung oil / tabung pelumasan yang berfungsi untuk melumasi piston agar tetap licin dan dapat bergerak dengan bebas.
- d. Pada supply udara tidak ada tabung *air filter* yang berfungsi untuk menampung kandungan air agar tidak terbawa masuk ke blok *solenoid*, sehingga udara tetap kering.

3. *Planned maintenance system (PMS)* belum optimal

Perawatan mesin pendingin tidak dilakukan dengan benar dan sesuai jadwal dalam PMS, sehingga perawatan banyak dilakukan pada saat mesin pendingin mengalami kerusakan. Kurangnya perhatian pada instalasi mesin pendingin sering dijumpai di atas kapal, hal yang biasa dilakukan hanya mencatat suhu ruangan pendingin, sedangkan parameter lainnya seperti tekanan keluar dari kompresor tanpa ada kepedulian secara detail dalam melaksanakan

pengecekan mesin pendingin. Kebiasaan buruk inilah yang kemudian berlanjut dalam pelaksanaan perawatan mesin pendingin, oleh karena itu perawatan hanya dilaksanakan saat tertentu saja. Pelaksanaan kerja tidak disusun secara benar, seperti kapan akan diadakan pembersihan kondensor, pembersihan bunga es di pipa *evaporator*, penggantian atau penambahan minyak lumas kompresor, penggantian *dryer* ataupun pemeriksaan bagian lainnya. Faktor lain yang menjadi penyebab PMS tidak berjalan secara optimal ialah padatnya pengoperasian kapal sehingga ABK mesin mengalami kesibukan perawatan pada permesinan lain di atas kapal.

Perawatan dan perbaikan suatu mesin pendingin ruang akomodasi haruslah dilaksanakan dengan benar sesuai intruksi *manual book*. Perawatan yang dilaksanakan secara teratur akan memungkinkan mesin pendingin berada dalam kondisi yang prima, sehingga mesin tersebut akan bisa beroperasi dengan baik, serta memudahkan untuk memantau dalam merawat pada tahap selanjutnya.

4. Alat kontrol thermostat rusak

Thermostat adalah alat yang digunakan untuk mengendalikan kerja suatu perangkat lainnya pada suatu ambang suhu tertentu. *Thermostat* bekerja dengan cara beralih dari pemanasan atau pendingin suatu alat atau mengatur aliran perpindahan panas fluida yang diperlukan, untuk menjaga suhu yang diinginkan.

Faktor penyebab *thermostat* bekerja kurang optimal diantaranya yaitu perawatan terencana yang tidak dilakukan dengan baik. Perlu diketahui bahwa *Thermostat* merupakan alat yang berfungsi sebagai pengatur suhu, sehingga temperatur dalam sebuah ruangan selalu stabil sesuai kebutuhan. Pada mesin pendingin selalu menggunakan alat pengatur suhu salah satunya adalah *thermostat* yang banyak diaplikasikan pada mesin pendingin.

Thermostat bekerja dengan cara memutuskan arus listrik yang masuk kompresor apabila temperatur udara di ruangan yang diinginkan telah tercapai yaitu 18°C, sehingga kompresor akan berhenti bekerja (off) setelah itu temperatur akan kembali naik beberapa saat kemudian dan *thermostat* akan mengalirkan kembali arus listrik yang masuk pada kompresor setelah suhu ruangan telah mencapai titik yang diinginkan yaitu 23°C.

5. Saringan pompa pendingin air laut tersumbat kotoran.

Wilayah perairan kapal yang sering berada di wilayah perairan pantai (costal voyage) berdampak pada banyaknya lumpur, biota laut atau bahkan sampah yang masuk ke dalam filter pompa pendingin yang mengalir ke kondensor AC. Filter yang tersumbat tersebut mempengaruhi debit air laut yang dipompa sebagai media pendingin kondensor AC. Debit air laut yang berkurang mengakibatkan penurunan kinerja kondensor.

Kondensor berfungsi sebagai alat penukar kalor, menurunkan temperature freon dan mengubah wujud freon dari bentuk gas menjadi cair. Kondensor merupakan salah satu komponen penting yang berfungsi untuk melepas panas dari sistem. Untuk melepas panas tersebut, kondensor didinginkan dengan air laut sebagai pendingin dengan debit/laju alir tertentu. Kondensor ini sangat menentukan performansi mesin pendingin. Salah satu faktor penentu kerja kondensor adalah laju alir pendingin.



Gambar 4.2 Kondisi Saringan Pompa Pendingin AC

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Memberikan familiariasi dan pelatihan bagi ABK Mesin dalam Perawatan Mesin Pendingin Udara (AC)

Jika ABK Mesin belum memahami cara perawatan kompresor AC dengan baik, salah satu cara mengatasinya yaitu dengan familiarisasi dan pelatihan. Perlu diadakan familiarisasi dan latihan yang lebih mendalam tentang perawatan kompresor AC. Pastikan pelatihan ini mencakup penjelasan mendalam tentang prinsip kerja kompresor AC, langkah-langkah perawatan yang benar, pemecahan masalah umum, dan praktik terbaik. Disamping itu juga perlu membuat panduan langkah demi langkah yang jelas dan terperinci tentang perawatan kompresor AC. Dokumentasikan prosedur pemeriksaan, pemeliharaan, dan perbaikan dasar yang harus diikuti oleh ABK Mesin. Pastikan panduan ini mudah dipahami, dilengkapi dengan gambar atau diagram jika diperlukan, dan mencakup langkah-langkah khusus yang relevan dengan kondisi di atas kapal. Kemudian lakukan evaluasi dan pengulangan pelatihan.

Lakukan evaluasi secara berkala untuk mengukur kemajuan pemahaman ABK Mesin tentang perawatan kompresor AC. Jika ada kekurangan atau kesalahpahaman tertentu, lakukan pelatihan ulang atau pengulangan sesi pelatihan yang relevan untuk memperbaiki pemahaman mereka.



Gambar 4.3 ABK Mesin Pengenalan Kompresor AC

Setelah diadakan perbaikan-perbaikan terhadap penyebab terjadinya gangguan/kerusakan, baru diadakan tindakan-tindakan yang perlu diambil sebelum membongkar kompresor pada suatu instalasi pendingin yaitu bahan pendinginnya harus dikumpulkan terlebih dahulu *receiver*. Caranya yaitu :

- a. Tutup kran pengeluaran cairan bahan pendingin dari receiver.
- b. Jalankan kompresor secara otomatis, biarkan sampai berhenti sendiri secara otomatis.
- c. Setelah kompresor berhenti sendiri, tutup kran isap kompresor, biarkan sampai ± 5 menit.
- d. Buka kembali kran isap kompresor, jalankan kompresor secara manual, perhatikan tekanan menunjukkan $\pm 0,5 \text{ kg/cm}^2$, matikan kompresor kemudian segera tutup kran isap dan tekan dari kompresor.
- e. Ulangi pekerjaan tersebut di atas satu atau dua kali sehingga bahan pendingin sudah betul-betul terkumpul di *receiver*.
- f. Setelah kondensor cukup dingin, stop/tutup aliran pendingin air laut.

2. Memperbaiki dan mengganti *valve control regulator capacity* dan *solenoid rusak (defective)*

Sebagaimana telah dijelaskan di atas, bahwa *seal ring* dan *valve regulator capacity* yang bocor menyebabkan kinerja kompresor AC kurang maksimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan penggantian pada kedua komponen tersebut menggunakan suku cadang yang asli (*genuine part*). Selanjutnya untuk mencegah terjadinya kebocoran pada komponen tersebut, maka perlu dilakukan perawatan secara rutin sesuai dengan *planned maintenance system (PMS)*.

Perawatan pada sistem pendingin udara tersebut harus dilaksanakan dengan baik sesuai dengan jam kerja yang terjadwal dalam PMS, perawatan yang dilaksanakan secara teratur akan memungkinkan mesin berada dalam kondisi yang selalu prima. Sehingga akan memberi kesejukan dan kenyamanan pada semua ABK dan penumpang, serta untuk memudahkan pemantauan dalam perawatan berikutnya. Dalam hal ini, selain dari kesiapan para ABK mesin dalam melakukan perawatan, juga diperlukan suatu perencanaan matang yang dibuat dengan pertimbangan – pertimbangan yang matang, serta faktor-faktor lainnya yang perlu diperhatikan demi terlaksananya perawatan secara berkala sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

Perawatan di atas kapal khususnya menyangkut sistem pendingin udara sangat penting dilakukan karena sistem pendingin udara sebagai faktor kenyamanan dalam melaksanakan kegiatan di atas kapal. Untuk menghindari setiap kendala dan masalah yang dapat menghambat, perlu dilakukan penyusunan perencanaan kerja berdasarkan buku petunjuk perawatan (*manual instruction book*).

Pada kompresor AC umumnya mempunyai muatan yang tidak tetap ini disebabkan oleh otomasi sistem yang dipasang pada instalasi. Sistem Otomasi itu dipengaruhi oleh suhu di dalam ruang-ruang pendingin. Oleh sebab itu, untuk kepentingan ekonomis dan penghematan dipasang alat-alat pengontrol temperature dengan mengatur kapasitas. Pengontrolan kapasitas dapat dilaksanakan dengan beberapa cara antara lain :

1. Menggunakan Motor Kecepatan Variabel (Biasanya digunakan pada unit AC dengan ukuran kecil).
2. Mengontrol siklus on-off kompresor.
3. Menggunakan metode unloader silinder untuk menjaga katup hisap dalam

posisi terbuka. Hal ini dilakukan dengan memperkenalkan katup pengontrol kapasitas di kompresor yang dioperasikan oleh tekanan minyak pelumas (tipe hidrolik) atau dengan menggunakan katup kontrol yang dioperasikan dengan solenoid.

Pada instalasi sekarang pengontrolan kapasitas yang seringkali digunakan ialah kombinasi dengan cara no.2 dan no.3. Apabila hanya menggunakan metode no.1 dan no.2 maka akan terjadi beberapa hal pada sistem :

- a. Motor terlalu panas: Frekuensi pengalihan yang terlalu tinggi akan menyebabkan pemanasan motor yang berlebihan.
- b. Kerusakan bantalan: Selama fase kompressor hidup, tekanan oli rendah dan pelumasan bearing tidak optimal yang menyebabkan berkurangnya masa pakai bearing dan komponen yang berkaitan.
- c. Sirkulasi minyak lumas akan terjeda : Akan ada lebih banyak minyak lumas yang masuk ke siklus refrigeran selama penyalaan dari pada selama operasi rutin sirkulasi peralihan yang sering tidak memberikan pengembalian minyak lumas yang cukup.

Pengontrolan kapasitas system freon pada mesin pendingin ada dua tipe :

1. Capacity control valve (Solenoid operated)
2. Capacity control valve (Lube oil operated)

Dalam hal ini penulis mendapatkan jenis no.1. Pada tipe ini, katup solenoid digunakan bersama dengan katup servo untuk mengoperasikan pembukaan dan penutupan katup hisap. Katup ini dipasang di atas silinder (dekat katup hisap). Selama posisi berenergi, solenoid menutup akses antara dua silinder atau tahapan dalam kompresor, dengan menjaga katup hisap tetap terbuka dan melewati gas pelepasan panas langsung ke saluran hisap sehingga tekanan unit menjadi nol bar, dan mengurangi kapasitas kompresor hingga setengahnya. Bila tekanan isap mulai turun, ini berarti bahwa beberapa ruang dingin sudah mencapai suhu-suhu yang dikehendaki, dan juga beberapa klep- klep ekspansi dan klep- klep solenoid dalam keadaan tertutup, *capacity control switch* ini mulai bekerja sebelum *suction pressure control switch* bekerja untuk mematikan kompressor.



Gambar 4.4 Pemeriksaan Valve Capacity Control

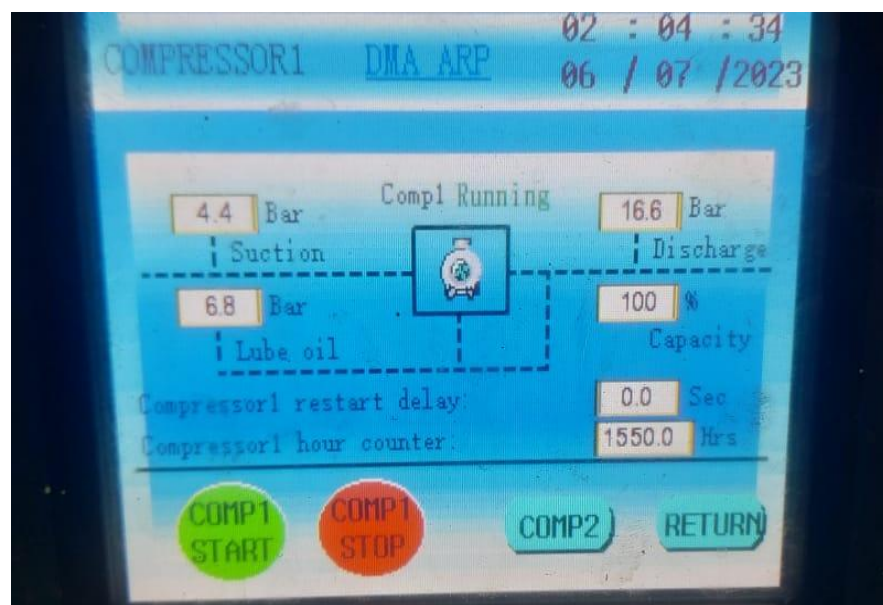
Seperti yang sudah dijelaskan diatas *solenoid valve* (SV), mempunyai lubang masukan dan keluaran didalamnya guna mengalirkan media yang digunakan. *Solenoid valve* letaknya diantara filter dan *expansion valve*. Tugas utama ialah mengatur kapasitas freon dan memutus aliran feon. Bila aliran listrik mengalir kedalam kumparan atau *coil*, maka timbullah lapangan magnet yang akan menarik pluyer best lunak keatas untuk kemudian mengangkat klep. Kemudian freon mengalir ke *evaporator* melalui klep itu. Bila aliran listrik terputus, maka klep jatuh kembali, karena berat klep serta *plunyer*. Freon tidak mengalir lagi ke dalam *evaporator*. Untuk itu, *solenoid* harus dirawat dengan baik agar kompresor AC dapat bekerja normal. Permasalahan perawatan terencana tidak terlepas dari peran sumber daya manusia di atas atas, dalam hal ni ABK mesin. ABK mesin yang bertanggung jawab terhadap kompresor AC harus disiplin dalam melakukan perawatan sesuai jadwal yang telah ditentukan.

3. Melakukan perawatan dengan mengacu pada buku instruksi manual mesin pendingin AC.

Sebagai pedoman kerja maka sebagai seorang masinis harus merencanakan kerja sesuai jadwal dan menyusun seluruh jadwal kerja dan perawatan sesuai dengan PMS (*Planned Maintenance Sistem*). Seluruh kegiatan didalam PMS inilah apabila dilaksanakan secara konsisten dan berkelanjutan akan dapat menjaga seluruh sistem kerja mesin pendingin untuk dapat beroperasi secara maksimal. Dari hasil pemeriksaan, bisa diketahui bahwa mesin pendingin bekerja dengan baik atau tidak. Tugas dan tanggung jawab tersebut kemudian didokumentasikan menjadi suatu aturan atau

semacam manajemen sumber daya manusia dari suatu organisasi yang menjadi panduan pelaksana kerja agar dapat tercapai tujuan yaitu meningkatkan kualitas.

Perawatan dan perbaikan mesin pendingin udara tersebut harus dilaksanakan dengan baik sesuai dengan jam kerja yang terjadwal dalam PMS. Perawatan yang dilaksanakan secara teratur akan memungkinkan mesin berada dalam kondisi yang selalu prima. Sehingga akan memberi kesejukan dan kenyamanan pada semua Anak Buah Kapal (ABK), serta untuk memudahkan pemantauan dalam perawatan berikutnya.



Gambar 4.5 Monitor Tekanan Kerja Kompresor

Dalam hal ini, selain dari kesiapan para ABK mesin dalam melakukan perawatan, juga diperlukan suatu perencanaan matang yang dibuat dengan pertimbangan-pertimbangan yang matang, serta faktor-faktor lainnya yang perlu diperhatikan demi terlaksananya perawatan secara berkala sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Perawatan di atas kapal khususnya menyangkut pendingin udara sangat penting dilakukan karena mesin pendingin udara sebagai faktor kenyamanan dalam melaksanakan kinerja di atas kapal. Untuk menghindari setiap kendala dan masalah yang dapat menghambat, perlu dilakukan penyusunan perencanaan kerja berdasarkan buku petunjuk perawatan (*manual book*). Pada setiap bagian dari mesin ada jadwal perawatan

diantaranya :

a. Perawatan rutin

Dalam perawatan ini pemanfaatan waktu sangat penting untuk dilakukan, karena perawatan ini dilakukan pada saat kapal beroperasi. Pelaksanaan perawatan pada sistem pendingin udara dapat dilakukan dengan melihat situasi yang terjadi di atas kapal. Apabila sedang dalam keadaan tidak terlalu banyak pekerjaan, maka dapat dilakukan perawatan yang ringan seperti pada bagian sistem air pendingin udara (kompresor, kondensor dan evaporator).

Pada setiap bagian dari mesin seperti kompresor AC ada jadwal perawatan diantaranya :

1) Perawatan Setiap Bulan

- a) Memeriksa kebocoran pada sistem penata udara
- b) Memeriksa kondisi instalasi mesin penata udara
- c) Membersihkan tube kondensor pendingin air laut



Gambar 4.6 Pembersihan Kondenser Perawatan Setiap Bulan

2) Perawatan setiap 3 (tiga) bulan

- a) Sama seperti perawatan setiap bulan
- b) Membersihkan saringan udara *evaporator*
- c) Membersihkan *Evaporator*



Gambar 4.7 Pembersihan Kisi-Kisi vaporator Perawatan 3 bulan

3) Perawatan setiap 6 (enam) Bulan

- a) Sama seperti perawatan setiap bulan
- b) Cek kondisi umum dari compressor dan Blower (baut pondasi jangan sampai kendur)



Gambar 4.8 Penggantian Fan Belt Blower Perawatan 6 Bulan

4) Perawatan setiap tahun

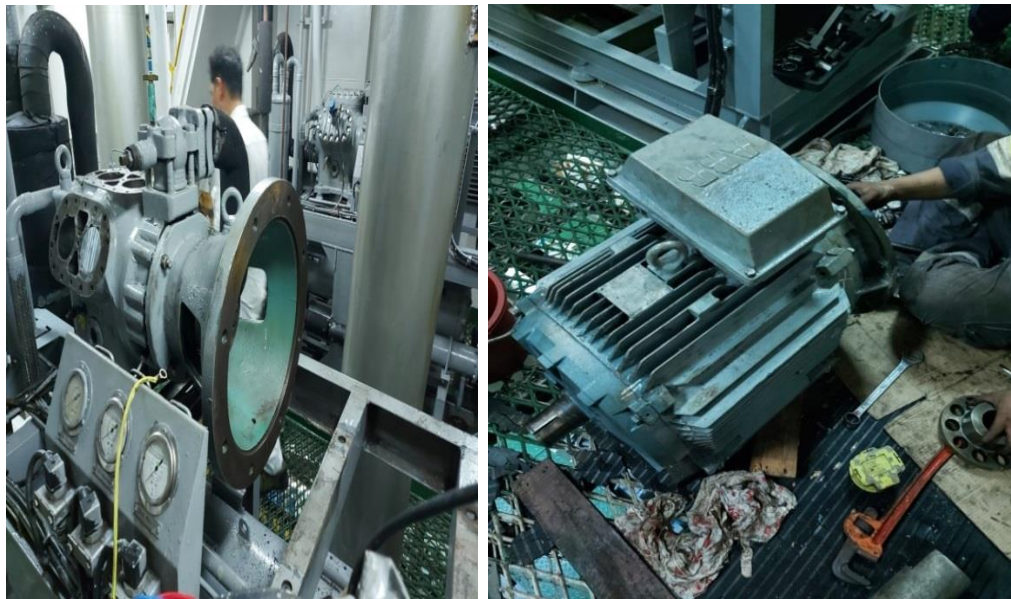
- a) Sama seperti perawatan setiap bulan
- b) Periksa semua bagian dan diadakan pengukuran
- c) Pengetesan semua alat keamanan (safety device)

b. Perawatan terencana

Perawatan terencana terhadap sistem pendingin udara sudah ditentukan jadwalnya sesuai dengan di dalam *Planned Maintenance System* (PMS). Seperti perawatan berencana yang ada pada buku manual sistem pendingin udara tersebut.

c. Perawatan berdasarkan manajemen

Perawatan ini telah terprogram jauh sebelumnya dan masing-masing bagian telah ditentukan waktu pelaksanaan misalnya tiap jam kerja minggu, bulan, tahun. Namun dikarenakan masalah waktu dan jadwal operasi kapal, sering pelaksanaannya mengalami hambatan. Pengupayaan akan hal perawatan tersebut di atas dan penanggulangannya harus diatur waktu kapal sedang *offhire* atau berlabuh (*anchor*) pada saat kapal sedang melakukan persiapan untuk kegiatan operasi berikutnya.



Gambar 4.9 Overhaul dan Penggantian Bearing Motor Kompresor Merupakan Perawatan Terencana

4. Mengganti alat kontrol dan *thermostat* dengan yang baru

Instalasi air condition (udara pendingin) dirancang agar dapat menghasilkan atau menyediakan efek pendinginan untuk menurunkan dan menjaga suhu ruang tetap berada pada batas 18C°-24C° yang direncanakan

dengan tepat. Untuk dapat menghasilkan kondisi ruang seperti itu, maka Instalasi air condition harus mempunyai kapasitas yang sama atau sedikit lebih besar dari pada kapasitas pendinginan rata-rata yang pada umumnya. Tetapi bila mesin pendingin bekerja terus-menerus maka suhu ruang akan turun tak terkendali dan menimbulkan bunga es pada sistem dan evaporator. Oleh karena itu dibutuhkan suatu peralatan kontrol suhu atau temperatur yang dapat mengontrol siklus operasi sistem pendingin udara di ruangan yang disebut *thermostat*.

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mengetahui kondisi *thermostat* diantaranya yaitu :

- a. *Thermostat* yang sudah melewati jam kerja (*running hours*) harus diganti dengan *thermostat* yang baru. Penggantian *thermostat* ini dilakukan setiap *thermostat* mencapai 5000 jam.
- b. Sebelum melakukan penggantian *thermostat* ABK Mesin perlu melakukan pengecekan terlebih dahulu pada *thermostat valve regulator*, apakah berfungsi dengan baik atau tidak.
- c. Apabila tidak dapat dilakukan perbaikan maka peralatan tersebut harus diganti dengan yang baru dan sesuai dengan spesifikasi mesin pendingin tersebut.
- d. Apabila suku cadang untuk penggantian peralatan tersebut tidak tersedia, sebaiknya ABK Mesin melaporkan kepada KKM agar dibuatkan berita acara dan dibuatkan permintaan barang kepada kantor pusat bagian divisi teknik.

Dalam pemilihan *thermostat* ABK Mesin harus memperhatikan faktor-faktor berikut ini:

- 1) Temperatur maksimum dan minimum yang dapat dicapai
- 2) Differensial yang dibutuhkan.

Setelah dilakukan penggantian *thermostat*, maka selanjutnya untuk menjaga kondisinya perlu dilakukan perawatan dan pengecekan secara berkala, dengan cara :

- a. Merawat alat kontrol air pendingin (*thermostat*) agar tidak *error*.
- b. Membersihkan bagian-bagian alat kontrol (*thermostat*) dari kotoran.
- c. Melakukan pengecekan pada bagian - bagian *thermostat* seperti

spring, katub dan *gasket* atau dudukannya kurang rapat.

- d. Melakukan penggantian dengan suku cadang yang baru sesuai standart pabrik jika terjadi kerusakan yg tidak bisa diatasi.
- e. Melakukan pemasangan *thermostat* yang baru dan memastikan pada saat pemasangan tidak miring untuk menghindari terjadinya kerusakan pada alat kontrol (*thermostat*).

5. Pengecekan dan pembersihan saringan pompa pendingin air laut

Saringan pompa isap air laut mempunyai fungsi sebagai penyaring kotoran-kotoran yang terbawa oleh air laut yang masuk ke dalam pompa. Apabila saringan tersebut kotor atau tersumbat, maka volume atau debit air laut yang akan masuk kedalam pompa tidak bisa terhisap dengan maksimal. Oleh karena itu perlu diadakan pengecekan secara rutin agar kotoran tidak masuk ke pompa isap dan saringan harus tetap bersih. Untuk memaksimalkan pengisapan air yang akan masuk ke dalam pompa pendingin, maka sebaiknya sering diperiksa dan dibersihkan saringan pompa tersebut agar debit air laut yang akan masuk sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 4.10 Saringan Pompa Air Laut Setelah Di Bersihkan

Adapun proses yang dilakukan untuk membersihkan saringan air laut yaitu :

- a) Tutup kran isap dan tekan pompa air laut.
- b) Buka tutup rumah saringan air laut secara perlahan dan pastikan air laut tidak mengalami kebocoran.
- c) Angkat saringan air laut untuk dibersihkan menggunakan sikat kawat baja.
- d) Pasang kembali saringan air laut dan tutup rumah saringan air laut tersebut.
- e) Buka kembali kran isap dan tekan pompa air laut dan dilakukan pemeriksaan kebocoran pada tutup rumah saringan.

Saringan pompa pendingin air laut yang bersih dapat memaksimalkan kinerja dari pompa. Sehingga maksimalnya laju air yang masuk ke dalam kondensor mempercepat penyerapan panas. Menjadi tugasnya kondensor untuk merubah gas freon yang panas menjadi freon yang cair untuk selanjutnya digunakan kembali dalam proses pendinginan.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya bahwa mesin pendingin ruangan (Air Conditioner) tidak mendinginkan secara maksimal sehingga suhu dalam ruang akomodasi tidak mencapai suhu normal (23°C-26°C).

1. Faktor penyebab suhu dalam ruang akomodasi terasa panas hingga 35°C :
 - a. Kurangnya pemahaman ABK mesin tentang perawatan kompresor AC.
 - b. Valve control regulator capacity bocor dan solenoid rusak (defective) pada kompresor AC.
 - c. Planned maintenance system (PMS) pada kompresor AC belum optimal.
 - d. Alat kontrol thermostat rusak sehingga tidak berfungsi dengan baik sebagai alat kontrol suhu.
 - e. Saringan pompa pendingin air laut tersumbat kotoran sehingga debit air laut untuk media pendingin kondensor tidak mencukupi.
2. Upaya untuk menangani suhu dalam ruang akomodasi terasa panas adalah sebagai berikut :
 - a. Kepala Kamar Mesin memberikan familiarisasi secara terperinci dan lengkap serta pelatihan bagi ABK mesin dalam perawatan instalasi pendingin udara (AC).
 - b. Mengganti valve regulator capacity serta solenoid dengan suku cadang baru kemudian lakukan pengecekan kembali pada barang yang diganti lakukan perbaikan apabila memungkinkan.
 - c. Kepala Kamar Mesin melakukan perencanaan perawatan dengan mengacu pada buku instruksi manual untuk menjaga instalasi mesin pendingin dalam performa yang baik.
 - d. Masinis 2 melakukan pemeriksaan alat kontrol thermostat apabila tidak dapat diperbaiki lakukan penggantian dengan barang yang baru. Dan lakukan

- e. kalibrasi dan pengecekan sesuai buku instruksi manual.
- f. Masinis 2 memastikan kepada ABK mesin untuk melakukan pembersihan saringan pompa pendingin air laut secara berkala, sebelum tekanan pompa turun sudah dilakukan pengecekan apabila kapal memasuki perairan dangkal.

B. IMPLIKASI

Akibat yang ditimbulkan dari kurangnya perawatan pada sistem pendingin ruangan yaitu suhu ruang akomodasi tidak dingin sesuai yang diinginkan. Suhu normal pada ruang akomodasi adalah 23°C-26°C. Hal ini berdampak pada ketidaknyamanan crew kapal dalam beraktifitas bahkan mengganggu waktu istirahat. Hal ini bila terjadi terus menerus dapat menyebabkan penurunan performa kinerja crew di atas kapal.

C. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka penulis memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Sebaiknya Kepala Kamar Mesin memberikan familiariasi secara terperinci serta lengkap dan pelatihan bagi ABK Mesin dalam perawatan mesin pendingin udara (AC).
2. Hendaknya kepada ABK Mesin memperbaiki dan mengganti *valve control regulator capacity* dan *solenoid* rusak (*defective*) dengan yang baru.
3. ABK Mesin harus melaksanakan perawatan berkala sesuai *planned maintenance system (PMS)* pada kompresor AC.
4. Hendaknya kepada ABK Mesin mengganti *thermostat* dengan yang baru agar suhu ruang akomodasi dapat terkontrol dengan baik.
5. Hendaknya kepada ABK Mesin melakukan pengecekan tekanan pompa air laut pendingin dan pembersihan saringan pompa pendingin air laut secara berkala sebelum tekanan pompa turun.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofyan, (2020) *Manajemen Produksi dan Operasi*, Jakarta : Lembaga Penerbit FE-UI
- Benyamin, (2019), *Mesin Pendingin Ruangan*, Jakarta : Grafindo Persada
- Danuasmoro, Goenawan, (2022), *Manajemen Perawatan*, Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudra
- Habibie J.E., NSOS, (2020), *Manajemen Perawatan Dan Perbaikan*
- Johan Handoyo, Jusak, (2021). *Sistem Perawatan Permesinan Kapal*, Jakarta : Djangkar
- Sumanto, (2019), *Dasar - dasar Mesin Pendingin*, Yogyakarta : Kanisisus
- Sutanto, Agung (2022), *KIT Memaksimalkan Perawatan Mesin Pendingin Untuk Ruangan Akomodasi Awak Kapal Di Atas Kapal VSP Tug Berri 6.*

LAMPIRAN 1

Kapal MT. MARLIN SATU



(Sumber: Dokumen Pribadi)

LAMPIRAN 2

SHIP PARTICULAR

Ship's particular M.T MARLIN SATU

GENERAL INFORMATION					
VESSEL NAME			MARLIN SATU		
CALL SIGN			S6QP		
OFFICIAL NO / CLASSIFICATION			398498		
PORT OF REGISTRY			SINGAPORE		
BUILT IN / YEAR			SHANGHAI WAIGAOQIAO SHIPBUILDING & OFFSHORE/2013		
IMO NO			9675119		
OWNERS			HALEY SHIPPING CO PTE LTD 56 NEIL ROAD SINGAPORE		
TYPE OF VESSEL			TANKER		
MMSI NO			5643221000		
MANAGER / OPERATOR			KASI INSURINDO PTE LTD		
ADDRESS			315 OUTRAM ROAD #09-04 TAN BOON LIAT BUILDING SINGAPORE TELP: +65 65080808		
EMAIL			MT-marlin-satu@sg.wilmar-intl.com RSM5-fleet3-group@sg.wilmar-intl.com		
TONNAGEMENT					
INTERNATIONAL GROSS	2999	TONS	INTERNATIONAL NET	1240	TONS
SUEZ GROSS		TONS	SUEZ NET		TONS
PANAMA GROSS		TONS	PANAMA NET		TONS
DEADWEIGHT	4565.988	MT	DISPLACEMENT	6513.540	MT
LIGHTSHIP	1947.552	MT	CARGO CAPACITY	4496.0	K/L
DRAFT / FREEBOARD					
ZONE	FREEBOARD	DRAFT	DEADWEIGHT	DISPLACEMENT	
SUMMER	1.510 M	5.812 M	4565.988 MT	6513.540	MT
TROPICAL	1.389 M	5.933 M	4776.500 MT	6611.800	MT
WINTER	1.631 M	5.691 M	4440.400 MT	6331.170	MT
FRESH WATER	M	M		MT	MT
TROPICAL FRESH WATER	M	M		MT	MT
DISTANCE / HEIGHT					
LOA	89.99 M	L.B.P		85.11 M	
BREADTH MOULDED	16.00 M	DEPTH MOULDED		7.30 M	
MANIFOLD TO BOW	43.14 M	MANIFOLD TO BRIDGE		31.15 M	
MANIFOLD TO STERN	46.85 M	BRIDGE TO BOW		70.49 M	
BRIDGE TO STERN	19.50 M	HEIGHT OF FIXED POINT FROM KEEL		28.00 M	
PROPELLER IMMERSDED	M	TPC AT SUMMER DRAFT		12.720 TONS	
PROPELLER DIAMETER	M	HIGHEST POINT			
ENGINE / GENERATOR					
MAIN ENGINE		YANMAR CO.LTD 6N21A-EW+YX-1000C*2SETS,BHP 2X956KW/ 2X850RPM			
AUX ENGINE		YANMAR 6NY16L-DW 3X310 KW			
CARGO/BALLAST/BUNKER/FRESH WATER CAPACITY					
CARGO TANKS	4474.13	M³	FRESH WATER FULL	104.56	M³
FUEL OIL		M³	DIESEL OIL	254.11	M³
BALLAST TANK F.P.T	129.861	M³	A.P.T	91.214	M³
CARGO PUMP/HANDLING/EQUIPMENTS					
CARGO PUMP		800 M3/H			
STRIPPING PUMP		300 M3/H			
CARGO LINE		DN350/DN300			
MARPOL LINE(STRIPPING)		DN200/DN200			
MIDSHIP CRANE	S.W.L 2 TON	MOORING WINCH & WINDLASH		25 T	
PROVISION CRANE	NA	RESCUE BOAT CRANE		S.W.L 2 TON	
ANCHOR		2540 KG			
ANCHOR CHAIN		960 KG			
MAX LOADING RATE PERLINE		800 M³/HRs			
MAX VENTING CAPACITY IN CARGO TANKS		1400 M³/HRs			
BOW THRUSTER POWER		350 KW			

MASTER NAME: Capt. Haries Satria

(Sumber: Dokumen Pribadi)

LAMPIRAN 3

CREW LIST

Flag	Singapore
GRT	2999
NRT	1240
Type	Steel Tanker
LOC	AEPB
PIC	
C/S	S6QP

IMMIGRATION ACT (CHAPTER 133)

REGULATION 31(3)

IMMIGRATION REGULATION CREW LIST

*Name/Identification No. of *Vessel/Train MARLIN SATU *Master/Owner/Charterer HALEY SHIPPING CO PTE LTD

Agents in Singapore KASI INSURINDO PTE LTD Gross Tonnage of Vessel 2999

Type of Vessel Harbour Craft (Ocean Going) SB 0744 F

Last place of embarkation _____ Date of arrival 15 / APRIL / 2024

Next destination _____ Date of proposed departure _____ / _____ / 2024

No.	Name	Sex	Date of Birth	Nationality	Travel Document No.	Expiry Date of Travel Document	MJLP UIN/FIN No.	WP Expiry Date	Duties on Board
01	HARIES SATRIA	M	29/01/1987	INDONESIAN	C 7076804	04/11/2025	G 6513494 U	16/03/2025	MASTER
02	MOCHAMAD YOGIE WISUDAWANTO	M	24/01/1986	INDONESIAN	C 3516437	31/12/2024	G 2126377 Q	31/12/2024	MASTER
03	ANJAS SUSILO	M	10/09/1980	INDONESIA	C 8786987	09/09/2027	G 8011304 N	29/08/2024	CHIEF OFFICER
04	FIRDAUS	M	13/12/1980	INDONESIAN	C 8100210	29/09/2026	G 2349014 K	20/03/2026	CHIEF ENG
05	SUNTAK PAMBUDI	M	23/03/1979	INDONESIAN	E 5053734	26/09/2033	G7907368 M	19/02/2026	CHIEF ENG
06	MUHAMAD REZA MAULIDI	M	24/09/1991	INDONESIAN	E 1399036	11/11/2032	M3216798L	19/01/2025	2 ND ENG
07	ANDRY SETIAWAN	M	16/12/1988	INDONESIAN	C 8786986	09/09/2027	G6651924X	04/12/2024	BOSUN
08	SYAIFUL ANAM	M	16/10/1980	INDONESIAN	E 1488942	16/03/2033	G 8260028 R	28/05/2025	ASS. BOSUN
09	WAHYUDI	M	18/08/1989	INDONESIA	C 2511810	09/10/2024	G 2733132 M	09/09/2024	AB
10	ALFIAN KAMPONANG	M	17/08/1984	INDONESIAN	X 1111305	26/08/2026	G 2351305 L	27/02/2026	AB
11	TOHARUDDIN RAMBE	M	10/05/1985	INDONESIAN	C 6844288	19 /11/2025	G 2649859 M	06/05/2025	'AB
12	BIMANTARA PUTRA	M	20/09/1995	INDONESIAN	X 1241033	20/12/2026	G 8630624 M	09/01/2025	AB
13	ROMLY BERDAME	M	20/08/1985	INDONESIAN	C 7919401	07/01/2027	G 2395303 Q	29/08/2024	AB
14	SUTARNO	M	20/08/1983	INDONESIAN	C 5040741	18/06//2025	G2734734 M	19/07/2024	AB
15	MACH DAIWY ADIL	M	14/03/1985	INDONESIAN	X 1111397	21/09/2026	G 2447526 W	27/02/2026	OILER

I certify that the above information is, to the best of my knowledge and belief, true in every part

Dated this 30 day of APRIL 2024

*Master /Owner/Charterer/Agent

*Delete whichever is inapplicable.

Note: If the spaces provided are insufficient, use an additional sheet drawn in the same format and with the heading "Form 22-Continued"

IMM 22(11/99)

(Sumber: Dokumen Pribadi)

LAMPIRAN 4

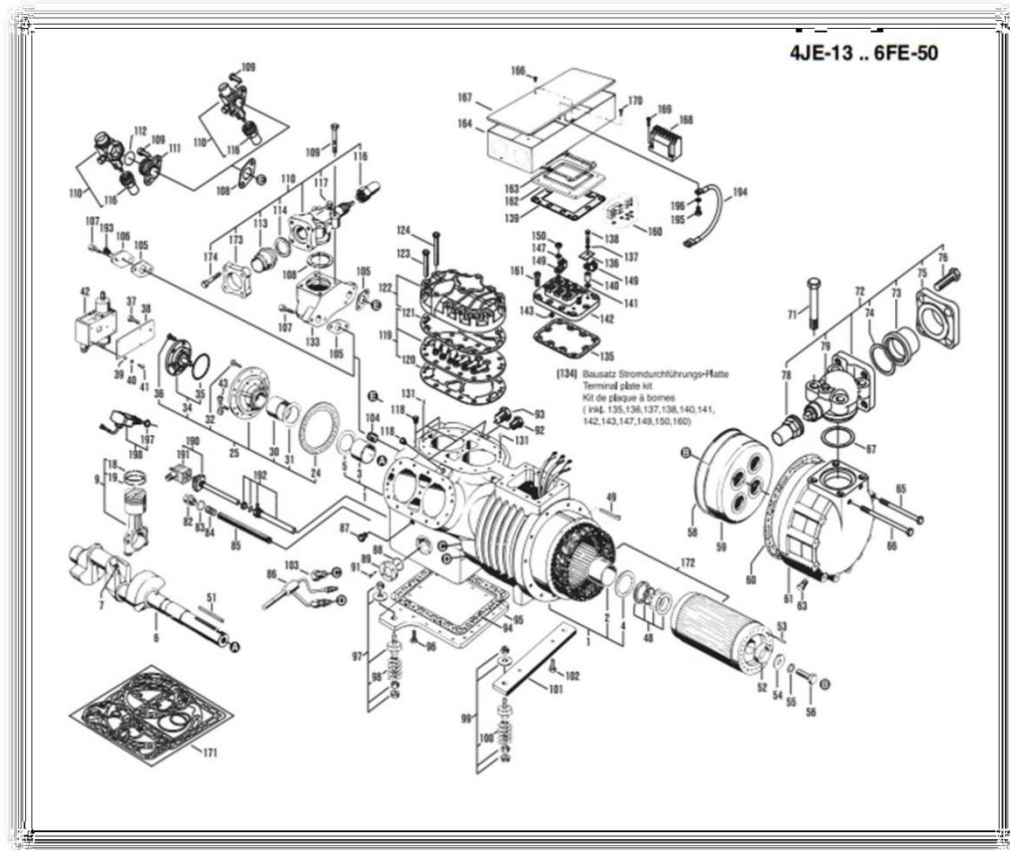
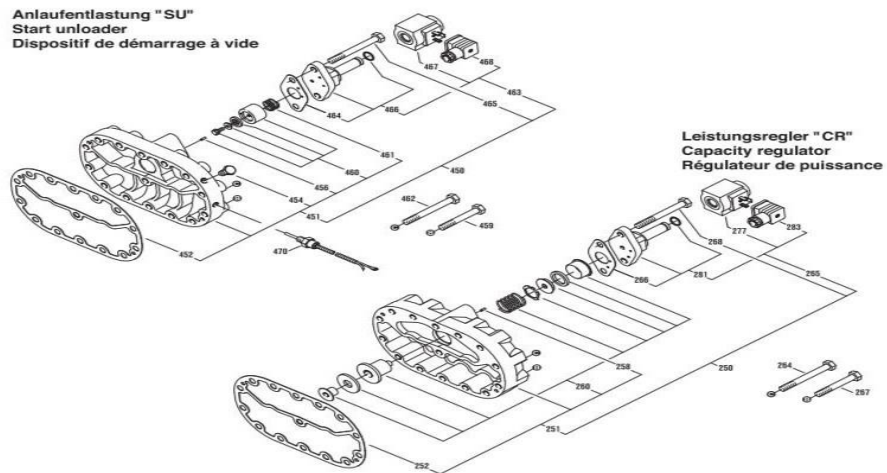
KOMPRESOR AC



(Sumber: Dokumen Pribadi)

LAMPIRAN 5

KOMPONEN KOMPRESOR AC



(Sumber: Dokumen Pribadi)

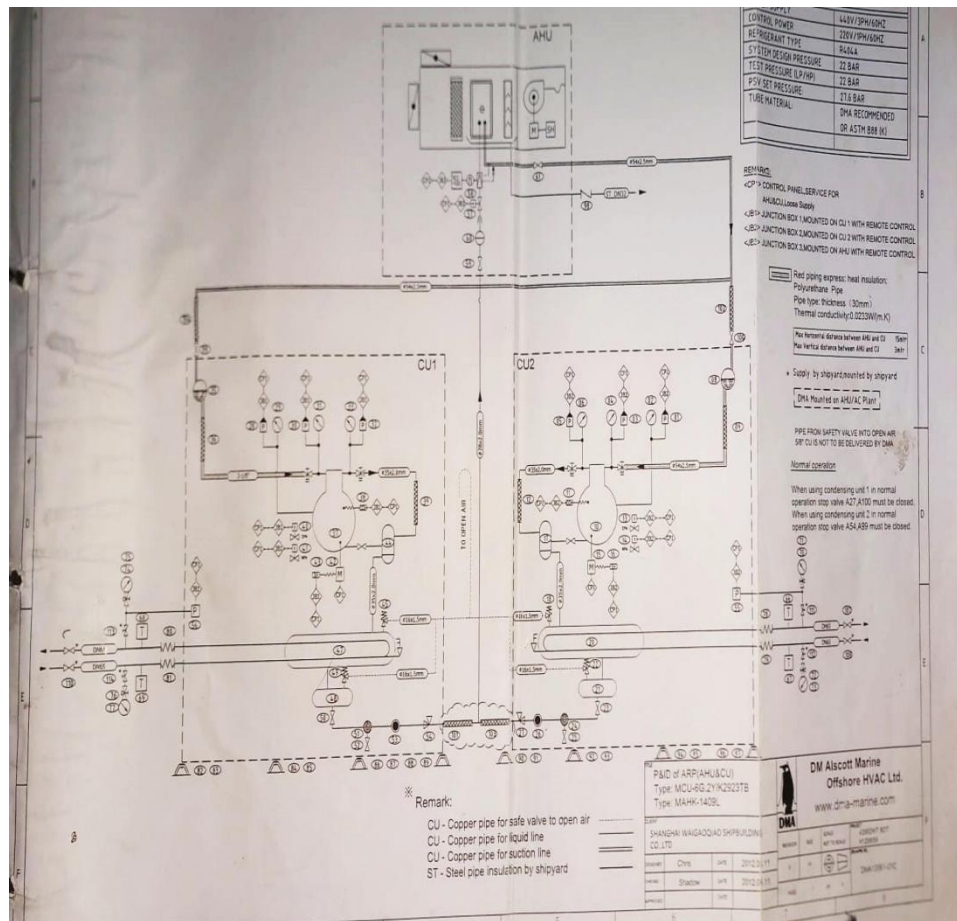
LAMPIRAN 6

SISTEM KONTROL KAPASITAS KOMPRESOR



(Sumber: Dokumen Pribadi)

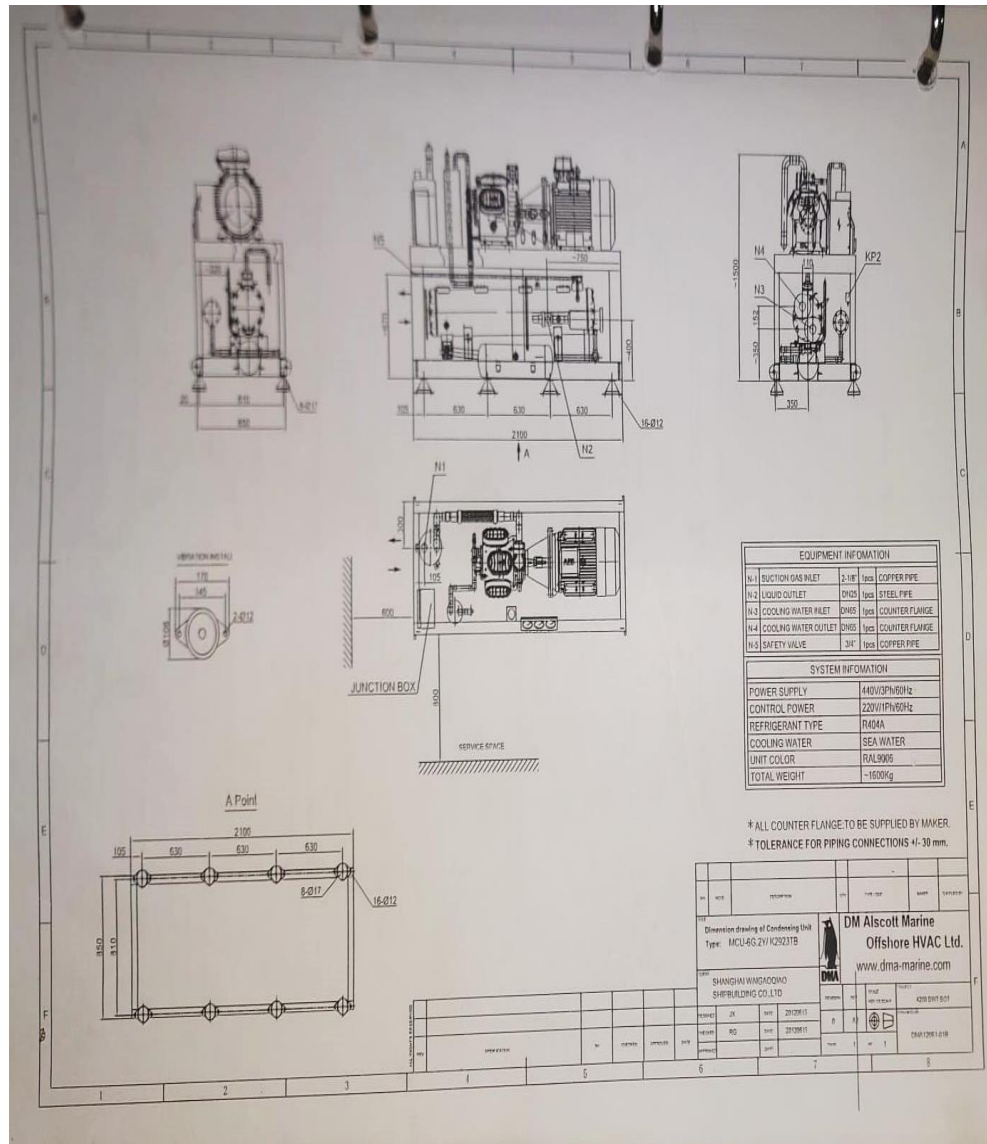
LAMPIRAN 7 **DIAGRAM SISTEM AC**



(Sumber: Dokumen Pribadi)

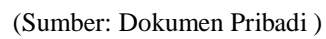
LAMPIRAN 8

PENAMPAN SISTEM AC



(Sumber: Dokumen Pribadi)

PENAMPANG SISTEM BLOWER & EVAPURATOR



(Sumber: Dokumen Pribadi)

