

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



M A K A L A H

**UPAYA MEMPERTAHANKAN UNJUK KERJA AIR
CONDITIONER GUNA MEMPERTAHANKAN SUHU RUANG
AKOMODASI PADA KAPAL
MV. HALUL 15**

Oleh :

S. INHARSO MARYONO
NIS. 01376/T

**PRORAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT-1
JAKARTA
2016**

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



M A K A L A H

**UPAYA MEMPERTAHANKAN UNJUK KERJA AIR
CONDITIONER GUNA MEMPERTAHANKAN SUHU RUANG
AKOMODASI PADA KAPAL
MV. HALUL 15**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Diklat Pelaut I**

Oleh :

**S. INHARSO MARYONO
NIS. 01376/T**

**PRORAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT-1
JAKARTA
2016**

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




TANDA PERSETUJUAN MAKALAH


Nama : S. Inharso Maryono
NIS : 01376/ T
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - 1
Jurusan : Teknika
Judul : Upaya Mempertahankan Unjuk Kerja
Air Conditioner Guna Mempertahankan
Suhu Ruang Akomodasi Pada Kapal
MV. Halul 15

Jakarta, Agustus 2016

Pembimbing I

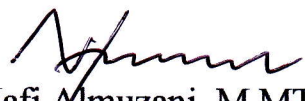

Ali Muktar Sitompul, MT
Penata (III/c)
NIP.197303312006041001

Pembimbing II


Panderaja S. Sijabat, S Kom , M.MTr
Penata Tk. I (III/d)
NIP.197301151998031001

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknika


Nafi Almuzani, M.MTr
Penata (III/c)
NIP.197209012005021001

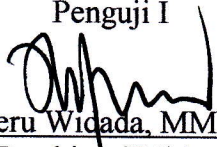
**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN**

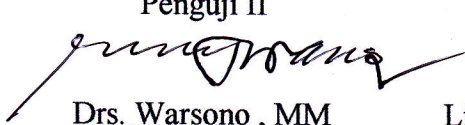


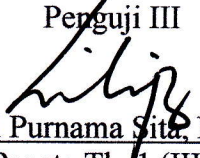
TANDA TANGAN PENGESAHAN MAKALAH

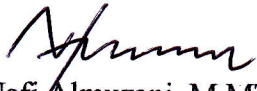
Nama : S. Inharso Maryono
NIS : 01376/ T
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - 1
Jurusan : Teknika
Judul : Upaya Mempertahankan Unjuk Kerja
Air Conditioner Guna Mempertahankan
Suhu Ruang Akomodasi Pada Kapal
MV. Halul 15

Jakarta, September 2016

Penguji I

Heru Widada, MM
Pembina (IV/a)
NIP. 197302051999031001

Penguji II

Drs. Warsono, MM
Pembina Tk. 1 (IV/b)
NIP. 195704071979031001

Penguji III

Lili Purnama Sita, M.MTr
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 197910222002122001

Mengetahui:
Ketua Jurusan Teknika

Nafi Almuzani, M.MTr
Penata (III/c)
NIP. 197209012005021001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, dengan judul :

UPAYA MEMPERTAHANKAN UNJUK KERJA AIR CONDITIONER GUNA MEMPERTAHANKAN SUHU RUANG AKOMODASI PADA KAPAL MV. HALUL 15

Sebagai persyaratan untuk memenuhi Kurikulum Program Upgrading ATT-1 yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta. Penyusunan makalah ini berdasarkan pada pengalaman yang didapat sewaktu bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori yang didapatkan dari buku panduan, serta bimbingan dari para Dosen Pembimbing STIP Jakarta.

Penulisan makalah ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi tingginya kepada :

1. Yth. Bapak Pranyoto, S.I.P, M.A.P , selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Yth. Drs. Bambang Sumali MSc, selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha di STIP Jakarta.
3. Yth. Bapak Nafi Almuzani, MMTr, selaku ketua Jurusan Teknika.
4. Yth. Bapak Ali Muktar Sitompul MT, selaku Dosen Pembimbing Makalah.
5. Yth. Bapak Panderaja S. Sijabat, MMTr, selaku Dosen Pembimbing Penulisan Makalah.
6. Seluruh staf Dosen serta Karyawan STIP Jakarta.

7. Seluruh rekan-rekan PASIS ATT-1 Angkatan XLIII STIP Jakarta.
8. Ibu, Istri dan anakku tercinta yang telah banyak memberikan bantuan dorongan semangat dan doa untuk bisa menyelesaikan penulisan makalah ini.
9. Serta semua pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan penulisan makalah ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak sekali kekurangan dan keterbatasan dalam makalah ini. Oleh karena itu penulis membuka diri untuk menerima kritik dan saran yang bersifat positif guna perbaikan makalah ini.

Demikian makalah ini disajikan semoga bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi para perwira kapal pada khususnya.

Terima kasih.

Jakarta, Agustus 2016

Penulis

S. Inharso Maryono

NIS : 01376 / T-1

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH.....	ii
TANDA PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
 BAB I : PENDAHULUAN ..	 1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi, Batasan Dan Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Dan Manfaat Penelitian	3
D. Metode Penelitian.....	4
E. Waktu Dan Tempat Penelitian	6
F. Sistematika Penulisan	8
 BAB II : LANDASAN TEORI	 9
A. Tinjauan Pustaka.....	9
B. Kerangka Pemikiran.....	32
 BAB III : ANALISA DAN PEMBAHASAN	 . 33
A. Deskripsi Data.....	33
B. Analisa Data	39
C. Pemecahan Masalah	42
 BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN SARAN	 46
A.Kesimpulan	46
B.Saran – Saran	46
 DAFTAR PUSTAKA	
 LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 : Kapal MV. Halul 15	lampiran
Gambar 2 : Mesin Air Conditioner MV. Halul 15	lampiran
Gambar 3 : Sirkulasi gas dan komponen mesin pendingin	13
Gambar 4 : Diagram PH	14
Gambar 5 : Kompresor open type dan semi hermetic	16
Gambar 6 :Kompresor hermetic	lampiran
Gambar 7 : Kompresor scroll dan setrifugal	lampiran
Gambar 8 : Kondensor	18
Gambar 9 : Filter and Dryer	lampiran
Gambar 10 : Oil separator	lampiran
Gambar 11 : Evaporator dan AHU (Air Handling Unit)	lampiran
Gambar 12 : Accumulator	22
Gambar 13 : Thermostate	lampiran
Gambar 14 : Katup ekspansi	23
Gambar 15 : Pressure control	lampiran
Gambar 16 : Gas Freon 404A	lampiran
Gambar 17 : Cara penambahan gas Freon dalam system	26
Gambar 18 : Cara menampung gas Freon cair dari system.....	27

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

System *Air Conditioner* digunakan untuk membuat temperatur udara di dalam suatu ruangan menjadi nyaman. Apabila suhu pada suatu ruangan terasa panas maka udara panas ini diserap sehingga temperaturnya menurun. Apabila udara dalam ruangan lembab maka kelembaban akan dikurangi sehingga udara dipertahankan pada tingkat yang menyenangkan

Melihat pentingnya mesin *Air Conditioner* pada kapal-kapal yang beroperasi di perairan timur tengah yang memiliki suhu panas extrime sudah semestinya mesin *Air Conditioner* harus mampu bekerja optimal sehingga mampu mendukung kerja kapal dalam melakukan aktifitasnya sehari-hari. Pada suhu extrime seperti di wilayah timur tengah pada musim panas dapat mencapai 46° celsius, pada suhu tersebut dapat menimbulkan dehidrasi disertai gangguan-gangguan kesehatan dalam tubuh manusia ..

Namun pada kenyataan nya *Air Conditioner* yang ada di kapal kami mengalami beberapa permasalahan menyangkut kondisi temperatur yang belum mencapai suhu ruangan yang di inginkan. Ada beberapa masalah yang terjadi pada system *Air Conditioner* diantaranya terdapatnya bunga es pada evaporator, kompresor sering start stop / trip , getaran pada blower yang terlalu tinggi, tekanan pompa pendingin kondensor yang terlalu rendah dan juga berkurangnya oil di dalam kompressor. Semua itu menyebabkan suhu ruangan akomodasi panas sehingga mengganggu kenyamanan crew yang bekerja di atas kapal.

Dengan terjadinya masalah tersebut pemilik kapal menekannya untuk senantiasa menjaga dan merawat mesin *Air Conditioner* dengan baik dan benar. Maka dari itu masinis harus memiliki pengetahuan tentang perawatan mesin *Air Conditioner* dan mampu mendeteksi masalah-masalah yang timbul dalam pengoperasiannya. Masinis harus memiliki pengetahuan cara kerja masing-masing komponen dalam mesin *Air Conditioner* serta perawatannya dengan baik dan benar sesuai dengan buku panduan (Manual Book).

Berdasarkan kejadian di atas maka penulis menyadari akan pentingnya pengetahuan tentang mesin *Air Conditioner* di atas kapal beserta cara perawatannya yang sesuai dengan buku panduan. Maka penulis mengangkat masalah ini yang penulis tuangkan dalam makalah dengan judul :

**UPAYA MEMPERTAHANKAN UNJUK KERJA AIR CONDITIONER GUNA
MEMPERTAHANKAN SUHU RUANG AKOMODASI PADA KAPAL MV.
HALUL 15**

B. IDENTIFIKASI , BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan yang sering ditemukan maka penulis mengidentifikasi masalah sesuai dengan judul di atas adalah sebagai berikut :

- a. Terjadi bunga es pada evaporator
- b. Kompresor start stop / trip
- c. Getaran pada blower terlalu tinggi
- d. Tekanan pompa pendingin kondensor terlalu rendah
- e. Berkurangnya oli di dalam kompresor

2. Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya perluasan pada masalah dan pembahasannya, dalam penyusunan makalah ini penulis akan membatasi masalah berdasarkan indentifikasi masalah yang terjadi sehingga tetap fokus dalam hal pengoperasian mesin *Air Conditioner* dan perawatannya di kapal yaitu :

- a. Terjadi bunga es pada evaporator
- b. Tekanan pompa pendingin kondensor terlalu rendah

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi latar belakang permasalahan yang di dapat penulis selama berada di atas kapal, maka disusun rumusan masalah untuk memudahkan dalam pembahasan analisa ke depan. Maka penulis mengemukakan masalah yang terjadi sebagai berikut :

- a. Mengapa terjadi bunga es pada evaporator?
- b. Apa yang menyebabkan tekanan pompa pendingin kondensor terlalu rendah?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui penyebab-penyebab terjadinya bunga es pada evaporator dan cara mengatasinya.
- b. Untuk mengatasi penyebab terjadinya tekanan pompa pendingin kondensor yang menjadi rendah.

2. Manfaat Penelitian

- a. Aspek Teoritis

Memberikan sumbangan pemikiran dan tambahan ilmu bagi perkembangan pengetahuan dibidang perawatan *Air Conditioner* guna kelancaran operasional kapal.

b. Aspek Praktis

Dapat membantu para masinis khususnya di atas kapal MV. Halul 15 agar dapat menambah pengetahuan tentang kinerja *Air Conditioner* di kapal sehingga dapat mengatasi permasalahan yang ditimbulkan.

D. METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan makalah ini penulis memerlukan data yang relevan agar dapat memperoleh hasil penulisan yang baik. Untuk itu data yang di dapat dikumpulkan menggunakan metode sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan pengumpulan data yang mengambil dasar pembahasan masalah secara teoritis dengan membaca buku-buku , literatur atau sumber lain sebagai penunjang untuk pemecahan masalah yang penulis bahas pada makalah ini.

2. Studi Lapangan

Untuk melengkapi data dalam penulisan makalah ini penulis juga melakukan studi lapangan meliputi :

a. Teknik Observasi

Observasi adalah melakukan pengamatan secara langsung ke objek penelitian untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan. Teknik observasi digunakan dengan maksud untuk mendapatkan atau mengumpulkan data secara langsung selama melaksanakan pengamatan di atas kapal. Penulis melakukan pengamatan dan pencatatan data berdasarkan kejadian yang pernah penulis alami di atas kapal berkaitan dengan masalah diantaranya terjadinya bunga es pada evaporator dan tekanan pompa pendingin kondensor yang terlalu rendah.

b. Teknik Komunikasi Langsung / Wawancara

Dalam proses penulisan makalah ini dilakukan tindakan wawancara terhadap crew kapal yang bertanggung jawab terhadap system *Air Conditioner* sebagai penunjang kerja di atas kapal.

c. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data yang digunakan oleh penulis dengan mencatat segala sesuatu yang berhubungan dengan system *Air Conditioner*. Dalam teknik ini arsip serta dokumen - dokumen kapal digunakan untuk melengkapi data yang telah diperoleh, sehingga data tersebut bisa lebih akurat dan dapat di pertanggungjawabkan. Dokumen - dokumen diatas kapal yang dijadikan referensi adalah buku petunjuk manual (*Instruction Manual Book*). Buku petunjuk manual yang menerangkan tentang system *Air Conditioner* di kapal yang diterbitkan oleh pabrik pembuat yang berisikan tentang tata cara pengoperasian serta perawatan dan perbaikan system *Air Conditioner* tersebut sesuai dengan spesifikasi dari pabrik pembuatnya.

3. Subjek Penelitian

Air Conditioner pada MV. HALUL 15 mempunyai 1 unit mesin tata udara yang terdiri dari 2 buah compressor semi hermetic 2 x 30 hp, 2 buah condensor dan 1 AHU unit, media pendinginan condensor adalah air laut yang di sirkulasikan dengan pompa sentrifugal 2 buah yang berkerja bergantian. Juga terdapat filter and dryer, oil separator, accumulator, evaporator, expansion valve yang saling berhubungan satu sama lain.

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan oleh penulis di dalam penyusunan makalah ini adalah dengan menggunakan metode teknik deskriptif kuantitatif yaitu model yang mendeskripsikan data apa adanya dan menganalisa data atau kejadian berdasarkan permasalahan yang terjadi selama penulis bekerja di atas kapal. Dalam penelitian menjelaskan factor-faktor yang mempengaruhi kinerja *Air Conditioner* di atas kapal dan permasalahan serta sebab akibatnya.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Terlaksananya penelitian ini berdasarkan kejadian-kejadian yang dialami selama penulis bekerja di atas kapal MV. Halul 15 yang beroperasi di Teluk Persia

periode Februari 2015 sampai dengan April 2016. Dalam kurun waktu tersebut kegiatan yang dilakukan adalah pengamatan mengenai masalah yang terjadi berhubungan dengan *Air Conditioner* khususnya mengenai timbulnya bunga es di evaporator dan tekanan pompa pendingin kondensor yang terlalu rendah.

2. Tempat Penelitian

Tempat dimana penulis melaksanakan penelitian adalah di atas kapal MV. Halul 15 dengan data kapal sebagai berikut :

Ship Name	: M.V. Halul 15
Type	: Offshore Suport Vessel
Call Sign	: A7NE
Official No.	: 244-07
Imo No.	: 9396048
Mmsi No.	: 466 133 000
Port Of Registry	: Doha Qatar
Classification	: ABS + A1 + Osv + E + Ams
Owner's Name	: Halul Offshore Service Company W.L.L,
Builder's Name	: Pacific Ocean Engineering & Trading Pte Ltd, Wuxi China
Hull No.	: Poet 1264
Date Of Keel Laying	: 02 nd Nov, 2006
Length Over All	: 41.800 M
Length B.P.	: 37.400 M
Breath Moulded	: 10.000 M
Depth Moulded	: 4.200 M
Summer Loaded Draft (Mld)	: 3.600 M
Summer Loaded Draft (Ext)	: 3.614 M
Assign Summer Freeboard Side)	: 612 Mm (To Top Of Steel Main Deck At
Loaded Displacement	: 1034.46 Tonnes
Light Ship	: 557.33 Tonnes
Dead Weight	: 447.13 Tonnes
Gross Tonnage	: 564 Tonnes
Net Tonnage	: 169 Tonnes

Maximum Draft	: 3.614 M
Service Speed	: 11.0 Kts
Type Of Main Engine	: YANMAR 6RY17 P-GV , 1500 Rpm Each 736 Kw / 1000 Hp Each
Type Of Generators	: Volvo Penta D7A-TA , 129 Kw Each 1500 Rpm Each.
Type Of Bow Thruster	: Tfn-150s, Rated Thrust 2.3 Metric Ton @ Propeller Revolution 555.6 Rpm .
Electric Motor Rated Power	: 150 Kw @985 Rpm
Fuel Oil Capacity	: 184.56 M3
Fresh Water Capacity	: 184.50 M3
Ballast Capacity	: 57.70 M3
Type Of F.R.C. / Capacity	: GJ6.0B-1 / 15 Person
Compliance With GMDSS	: + A1, A2 Offshore Support Vessel ,(E), +Ams
Port / Stbd Anchor	: 11 Sackles Each
Complement	: 20 Men

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Penyusunan makalah yang sistematis diperlukan dalam memudahkan penyusunan maupun pemahaman dalam makalah yang disusun, adapun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan latar belakang masalah yang sering terjadi pada system Air Conditioner. Selanjutnya dari beberapa permasalahan yang terjadi dentifikasi, diberi batasan masalah. Masalah yang dibahas adalah mengapa terjadinya bunga es di evaporator dan apa yang menyebabkan tekanan pompa pendingin kondensor menjadi rendah. Setelah itu dijelaskan mengenai tujuan dan manfaat dari pada penelitian serta disusunlah suatu sistematika penelitian sehingga pembaca memahami serta mempunyai gambaran tentang makalah ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini dikemukakan beberapa tinjauan pustaka yang menunjang mengenai Air Conditioner. Menerangkan landasan teori yang mengidentifikasikan dari beberapa masalah yang diambil kemudian disusun dengan kerangka pemikiran.

BAB III: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini diuraikan deskripsi data dari pengalaman dan kejadian di lapangan tentang masalah-masalah pada Air Compresor, kemudian dianalisa dari masalah yang timbul dan diambil langkah-langkah sebagai pemecahan masalah.

BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini merupakan kesimpulan jawaban permasalahan dari mengapa timbulnya bunga es pada evaporator dan hal-hal apa saja yang menyebabkan tekanan pompa pendingin menjadi rendah. Pada bab ini juga berisikan saran-saran yang ditujukan ke berbagai pihak agar dapat dijadikan informasi untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada system *Air Conditioner* di atas kapal MV. Halul15.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. Pengertian

Arti dari unjuk kerja adalah cara bekerja, perilaku, penampilan. Jadi unjuk kerja dalam makalah ini berarti cara kerja yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan hasil kinerja yang lebih baik agar tujuan yang diharapkan dapat tercapai.

Yang dimaksud dengan upaya mempertahankan unjuk kerja *Air Conditioner* disini adalah usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kondisi system *Air Conditioner* sehingga dapat bekerja menjadi lebih baik lagi, sehingga kondisi ruang akomodasi selalu terjaga seperti yang diharapkan dan menciptakan suhu yang nyaman bagi crew yang berada di atas kapal.

2. Definisi Air Conditioner

Menurut D. A Taylor (2003:16) refrigerasi adalah sebuah proses dimana suhu ruangan atau kandungannya dikurangi sehingga di bawah suhu sekitarnya. Sedangkan menurut Ilyas Sofyan (1983) mesin pendingin adalah mesin yang di dalamnya terjadi siklus dari bahan pendingin dalam system sehingga terjadi perubahan panas pada tekanan. Perubahan panas dan tekanan terjadi pada siklus dan kerja pendingin yang menggunakan bahan pendingin (refrigerant) yang bersirkulasi menyerap panas dan melepaskan panas, serta terjadinya perubahan tekanan di dalam system dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi dan begitu selanjutnya bersirkulasi secara terus menerus. Dalam perkembangannya mesin pendingin telah banyak digunakan untuk mempertahankan suhu rendah sehingga produk tetap dalam keadaan segar seperti cool storage dan untuk mendinginkan ruangan.

Air Conditioning atau alat pengkondisi udara merupakan modifikasi pengembangan dari teknologi mesin pendingin. Alat ini dipakai bertujuan untuk memberikan udara

yang sejuk dan menyediakan uap air yang dibutuhkan bagi tubuh. Untuk negara beriklim tropis yang terdiri dari musim hujan dan musim panas, pada saat musim panas suhu ruangan tinggi sehingga penghuni tidak nyaman. Di lingkungan tempat kerja, *Air Conditioner* juga dimanfaatkan sebagai salah satu cara dalam upaya peningkatan produktivitas kerja. Karena dalam beberapa hal manusia membutuhkan lingkungan udara yang nyaman untuk dapat bekerja secara optimal. Tingkat kenyamanan suatu ruang juga ditentukan oleh temperatur, kelembapan, sirkulasi dan tingkat kebersihan udara.

Prinsip kerja Air Conditioner adalah memindahkan panas dari suatu tempat / bahan yang temperaturnya lebih rendah ke tempat / bahan yang temperaturnya lebih tinggi. Hal ini berdasarkan pada hukum kekekalan energi yang biasa disebut dengan azas Black, yang dikemukakan oleh Sir James Black warga negara Scotlandia pada tahun 1760 dan merupakan hukum kekekalan energi yang menyatakan bahwa :

1. Jika dua benda suhunya berbeda bersentuhan , maka benda yang panas akan memberikan kalor kepada benda yang dingin, sehingga kedua benda memiliki suhu yang sama derajatnya (temperaturnya).
2. Jumlah kalor yang diserap oleh benda yang dingin jumlahnya sama dengan jumlah kalor yang dilepas oleh benda yang panas.

Menurut (Andrew D Allthouse, B.S (ME), MA :1975 : 641) Insinyur mesin pendingin dan Air Conditioner Amerika mendefinisikan *Air Conditioner* sebagai proses pemberlakuan udara dalam mengontrol suhu, kelembaban dan kebersihan udara tersebut demi keinginan tertentu. Faktor penting dalam instalasi Air Conditioner adalah pengontrolan suhu, humidity / kelembaban, penyaring dan pembersih udara serta sirkulasi udara.

a. Udara

Udara terdiri dari suatu campuran gas antara lain zat asam, dioxida carbon, zat cair, debu dan lain-lain. Udara mempunyai pengaruh yang nyaman, menyehatkan dan psikologis atau emosional terhadap manusia.

b. Humidity / Kelembaban

Humidity adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan adanya kelembaban atau uap air dalam udara (Andrew D. Allthouse, B S (ME), ME, 1975 : 642).

Jumlah uap air yang terdapat di dalam udara tergantung daripada suhu udara tersebut. Udara yang hangat akan lebih banyak mengandung uap air daripada udara yang dingin. Udara yang kering mengakibatkan penguapan yang cepat sekali, sehingga dapat mendinginkan badan meskipun suhu yang ditunjukkan sama.

c. Penyaringan Udara

Udara yang kita butuhkan adalah udara yang bersih, artinya udara yang telah melewati penyaringan. Mekanisme Air Conditioner dibuat sedemikian rupa sehingga dapat mengolah udara menjadi lebih bersih dan sehat, sehingga penyaringan dalam aliran udara sangatlah penting.

d. Sirkulasi Udara

Sirkulasi udara juga berkaitan dengan adanya pergerakan udara atau aliran udara. Dimana aliran udara ini mempunyai pengaruh tertentu terhadap perasaan nyaman seseorang (R. Adji, 1966 : 77).

Sirkulasi udara yang baik akan membuat tingkat kelembaban yang baik pula, sehingga dapat mencapai tingkat kenyamanan manusia yang ada disekitarnya.

3. Prinsip Kerja Air Conditioner

Menurut (Arismunandar dan Koichi Tsoda,2002) Kompresor Air Conditioner yang ada pada sistem pendingin dipergunakan sebagai alat untuk memampatkan fluida kerja (refrigent), jadi refrigent yang masuk ke dalam kompresor *Air Conditioner* dialirkan ke kondensor yang kemudian dimampatkan di kondensor.

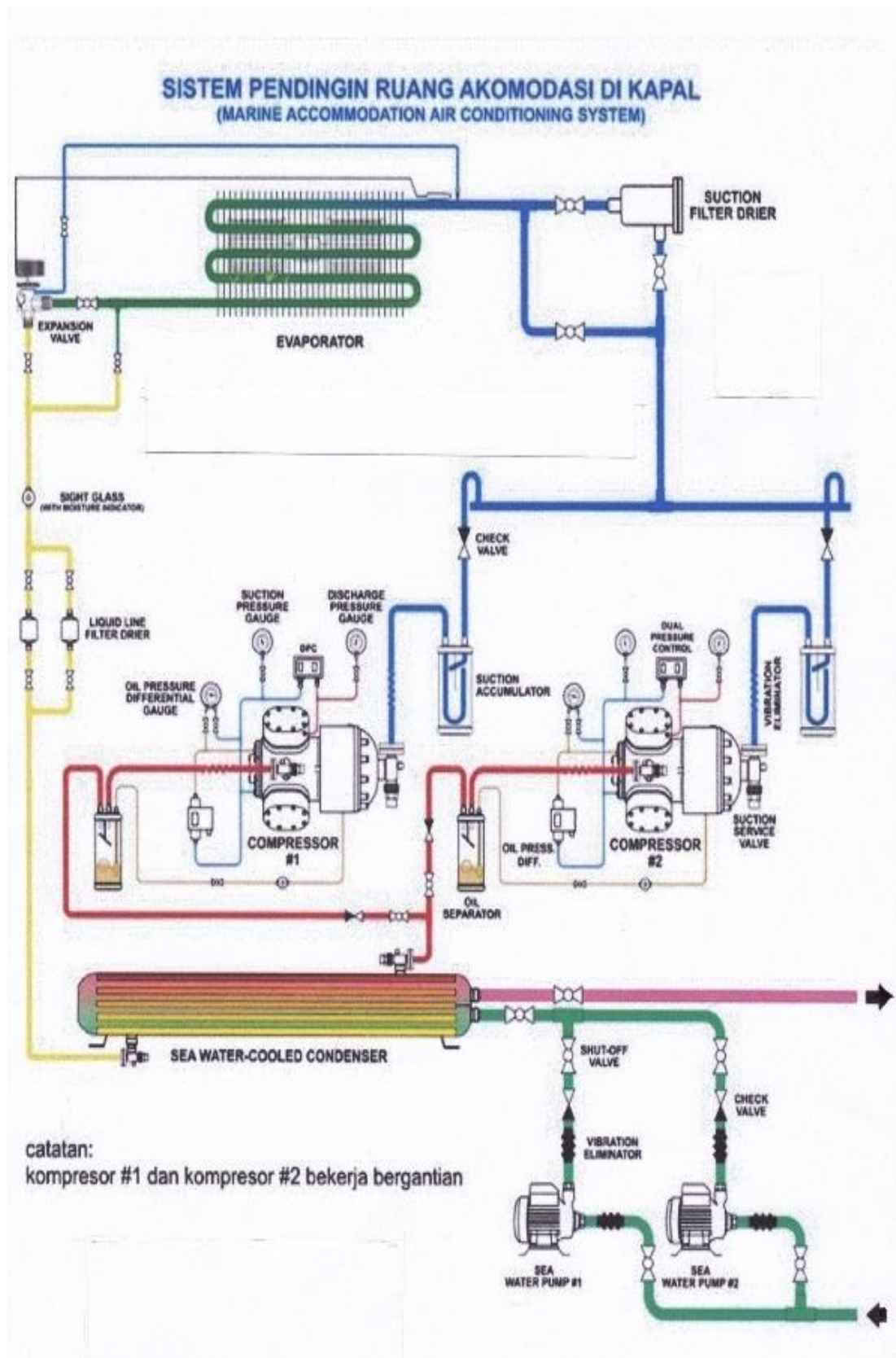
Di bagian kondenser ini refrigerant yang dimampatkan akan berubah fase dari refrigerant fase uap menjadi refrigrant fase cair, maka refrigerant mengeluarkan kalor yaitu kalor penguapan yang terkandung di dalam refrigerant. Adapun besarnya kalor yang dilepaskan oleh condensor adalah jumlahan dari energi kompresor yang

diperlukan dan energi kalor yang diambil evaporator dari substansi yang akan didinginkan.

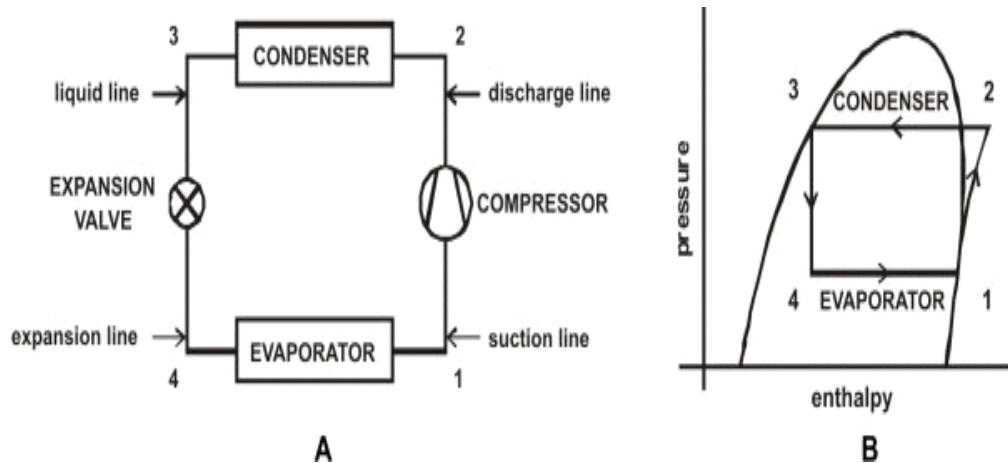
Pada kondensor tekanan refrigerant yang berada dalam pipa-pipa kondensor relatif jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan refrigerant yang berada pada pipa-pipa evaporator. Setelah refrigerant lewat kondensor dan melepaskan kalor penguapan dari fase uap ke fase cair maka refrigerant dilewatkan melalui katup ekspansi, pada katup ekspansi ini refrigerant tekanannya diturunkan sehingga refrigerant berubah kondisi dari fase cair ke fase uap yang kemudian dialirkan ke evaporator, di dalam evaporator ini refrigerant akan berubah keadaannya dari fase cair ke fase uap, perubahan fase ini disebabkan karena tekanan refrigerant dibuat sedemikian rupa sehingga refrigerant setelah melewati katup ekspansi dan melalui evaporator tekanannya menjadi sangat turun. Kejadian ini akan berulang kembali seperti di atas.

Hal ini secara praktis dapat dilakukan dengan jalan diameter pipa yang ada di evaporator relatif lebih besar jika dibandingkan dengan diameter pipa yang ada pada kondenser. Dengan adanya perubahan kondisi refrigerant dari fase cair ke fase uap maka untuk merubahnya dari fase cair ke refrigerant fase uap maka proses ini membutuhkan energi yaitu energi penguapan, dalam hal ini energi yang dipergunakan adalah energi yang berada di dalam substansi yang akan didinginkan.

Dasar pemahaman dari siklus refrigerasi adalah sebuah sistem yang dikenal sebagai sistem kompresi uap/gas (vapor compression). Sebuah skema dari sistem kompresi uap ditunjukkan pada gambar dibawah. Sistem ini terdiri dari sebuah kompresor, sebuah kondenser, sebuah “expansion device” dan sebuah evaporator. “Compressor-delivery head”, “discharge line”, “kondenser” dan “liquid line” membentuk sisi jalur tekanan tinggi (high-pressure side) dari sistem ini. “Expansion line”, “evaporator”, “suction line” dan “compressor-suction head” membentuk sisi jalur tekanan rendah (low-pressure side) dari sistem ini.



Gambar 3. Sirkulasi gas dan komponen mesin pendingin di kapal



Gambar 4. diagram p-h

Pada gambar B langkah 1 adalah compressor menekan gas refrigerant menuju ke condenser, pada langkah ke 2 condensor melakukan pendinginan gas refrigerant, pada langkah ke 3 gas refrigerant melalui katup ekspansi sehingga tekanan gas menjadi turun, pada langkah ke 4 gas refrigerant melakukan pengembunan dan menyerap panas sekitarnya. Gambar diatas menggambarkan diagram p-h “Pressure – Enthalpy” dari siklus refrigerasi (refrigeration cycle). Sumbu y menunjukkan tekanan dan sumbu x menunjukkan enthalpy.

Diagram p-h ini adalah alat yang paling umum digunakan dalam menganalisa dan melakukan perhitungan kalor, usaha dan perpindahan energi dalam suatu siklus refrigerasi. Sebuah siklus refrigerasi tunggal terdiri dari daerah bertekanan tinggi (high side) dan daerah bertekanan rendah (low side). Perubahan dari tekanan dapat dilihat dengan jelas pada diagram p-h ini. Juga kalor dan perpindahan energi dapat dihitung sebagai perubahan “enthalpy” yang tergambar dengan jelas pada diagram p-h tersebut.

4. Komponen Pada System Air Conditioner

a. Kompresor

Kompresor merupakan unit tenaga dalam system mesin Air Conditioner. Kompresor berfungsi memompa bahan pendingin keseluruh system. Kompresor

akan memompa gas refrigerant dibawah tekanan dan panas yang tinggi pada sisi tekanan tinggi dari sistem dan menghisap gas bertekanan rendah pada sisi intake (sisi tekanan rendah). Ada 3 kerja yang dilakukan oleh kompresor yaitu :

Fungsi penghisap : proses ini membuat cairan refrigerant dari evaporator dikondensasi dalam temperatur yang rendah ketika tekanan refrigerant dinaikkan.

Fungsi penekanan : proses ini membuat gas refrigerant dapat ditekan sehingga membuat temperatur dan tekanannya tinggi lalu disalurkan ke kondensor, dan dikabutkan pada temperatur yang tinggi.

Fungsi pemompaan: proses ini dapat dioperasikan secara kontinyu dengan mensirkulasikan refrigerant berdasarkan hisapan dan kompresi.

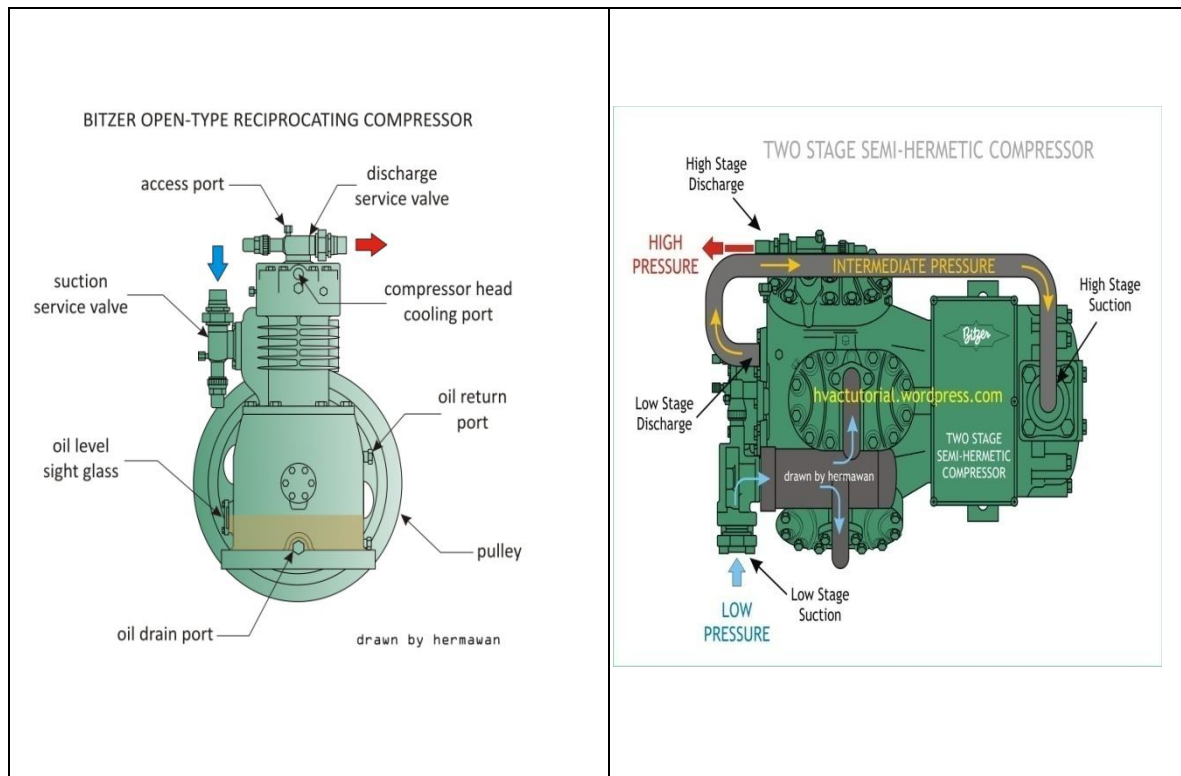
Jika dilihat dari cara kerja mensirkulasikan bahan pendingin menurut Hartanto (1985) maka kompresor dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu :

1. Kompresor Torak

Dinamakan kompresor torak karena menggunakan prinsip kerja dari torak (piston) untuk menekan dan menghisap refrigerant sehingga bisa bersirkulasi dalam system Air Conditioner, beberapa contoh jenis kompresor torak diantaranya adalah :

a. Kompresor Open Unit (open type compressor)

Umumnya disebut belt – driven unit atau Open Type Compressor, kompresor ini terpisah dari tenaga penggerak. Tenaga penggerak kompresor bisa berupa motor listrik atau motor bensin /diesel. Pada jenis kompresor ini salah satu ujung dari poros engkol menonjol keluar yang di gunakan untuk dudukan pully, yang kemudian dihubungkan dengan tali kipas (V- Belt) ke tenaga penggerak. Selain sebagai roda gaya (penggerak perantara) berguna juga untuk kipas yang mendinginkan kompresor itu sendiri. Karena ujung poros engkol keluar dari rumah kompresor maka harus diberi pelapis (seal) agar minyak pelumas tidak bocor. Kompresor ini banyak digunakan untuk system refrigerasi pada kapasitas besar.



Gambar 5. Kompresor open type dan semi hermetic

b. Kompresor Semi Hermetic Unit

Kompresor jenis ini terpisah antara kompresor dan motor penggeraknya, tetapi dihubungkan seolah-olah menjadi satu unit. Untuk menggerakkan kompresor, poros motor listrik dihubungkan dengan poros motor langsung. Penyambungan ini menggunakan crankshaft yang menyambung dengan poros (shaft) dari motor.

c. Kompresor Hermetic

konstruksi dari jenis kompresor ini yaitu motor penggerak (electro motor) dengan kompresor merupakan satu kesatuan. Dimana poros dari motor penggerak merupakan poros engkol kompresor juga. Sehingga putaran pada roda penggerak sama dengan putaran kompresor. Kelemahan pada kompresor jenis ini adalah bila terjadi kerusakan maka seluruh unit harus dibongkar. Sedangkan keuntungan dari jenis kompresor ini adalah bentuknya menjadi lebih kecil sehingga tidak banyak memakan tempat. Demikian juga pemindahan daya dari motor penggerak ke kompresor dilakukan dengan lebih sempurna.

2. Kompresor Rotary

Kompresor ini menggunakan daya putar (centrifugal) untuk menekan dan menghisap refrigerant didalam system Air Conditioner. Contoh dari jenis kompresor ini adalah :

a. Kompresor Sentrifugal

Prinsip kerja dari kompresor ini menggunakan gaya sentrifugal (gaya lempar) untuk mendapatkan energi kinetic (kecepatan) di impeller sudu. Energi kinetic ini diubah menjadi tekanan potensial di difusser dan di impeller housing (discharge valute).

Kompresor ini memiliki effisien volumetric yang besar karena aliran gas refrigerant yang kontinyu dengan getaran yang relatif kecil.

b. Kompresor Scroll

Prinsip kerja kompresor scroll adalah menggunakan dua buah scroll (pusaran). Satu scroll dipasang tetap (fixed) dan sat scroll lainnya berputar pada orbit. Refrigerant tekanan rendah dihisap masuk dari saluran hisap (suction line) dan dikeluarkan melalui saluran tekan (discharge line) yang terletak pada pusat orbit scroll. Kompresor model scroll digunakan untuk Air Conditioner, head pump, commercial refrigeration.

b. Oil Separator

Suatu alat yang digunakan untuk memisahkan minyak pelumas yang ikut termampatkan oleh kompresor dengan uap refrigeran. Oli yang ikut bersama refrigeran harus dipisahkan karena jika hal ini terjadi terus-menerus, maka dalam waktu singkat kompresor akan kekurangan minyak pelumas sehingga pelumasan kurang baik, disamping itu minyak pelumas tersebut akan masuk ke dalam kondensor dan kemudian ke evaporator sehingga akan mengganggu proses perpindahan kalor (Arismunandar dan Saito, 2005). Oil separator dipasang diantara kompresor dan kondensor.

c. Kondensor

Kondensor berfungsi sebagai alat penukaran kalor, menurunkan temperatur refrigran dari bentuk gas menjadi cair. Kondensor di dalam sistem air conditioner

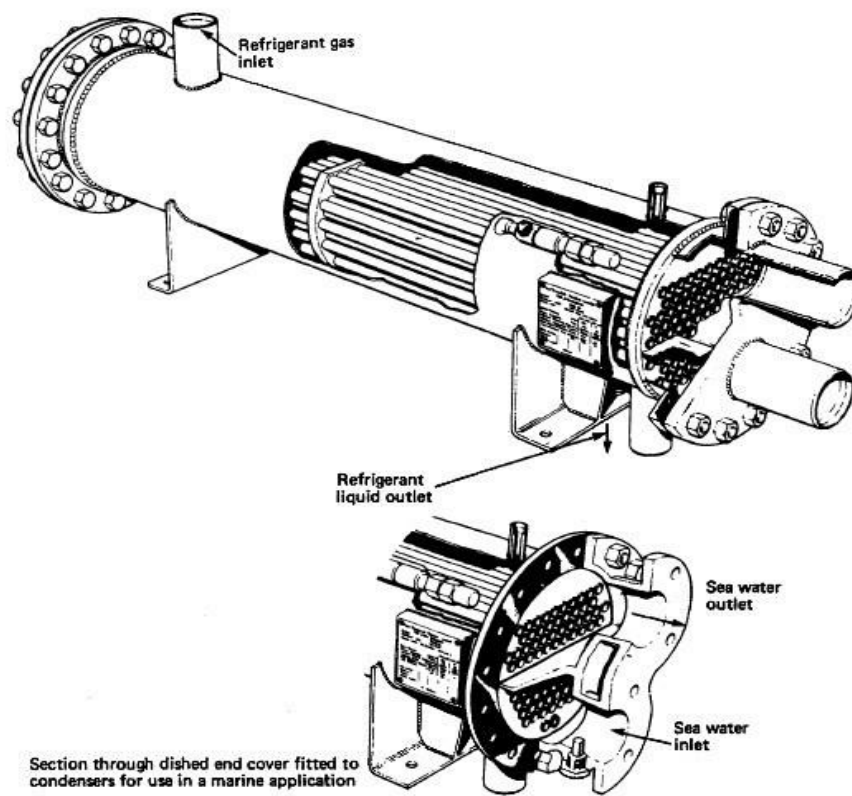
merupakan alat yang digunakan untuk merubah gas refrigerant bertekanan tinggi menjadi cairan. Alat tersebut melakukan cara ini dengan menghilangkan panas dari refrigerant ke temperature air laut.

Kalor atau panas yang dikandung freon / refrigerant berasal dari :

- 1) Panas yang diserap di evaporator yaitu dari ruang yang didinginkan
- 2) Panas yang ditimbulkan oleh kompresor selama bekerja

Jadi pada kondensor ini terjadi perubahan wujud refrigerant dari gas menjadi cair dengan proses kondensasi melalui media pendingin yang menyerap panas yang dikandung oleh refrigerant.

Kondensor terdiri dari pipa-pipa yang dilalui air laut yang berfungsi mendinginkan refrigerant ketika melalui sisi dalam pipa-pipa kondensor. Sejumlah kalor yang terdapat pada refrigeran dilepaskan ke dalam air yang mengalir dengan bantuan pompa air.



Gambar 8. Kondensor

Ada beberapa jenis kondensor yang banyak digunakan saat ini :

1. Kondensor tabung dan koil

Pada kondensor jenis ini terdapat koil pipa air pendingin di dalam tabung yang dipasang pada posisi vertical. Air pendingin mengalir di dalam koil. Endapan kotoran dan kerak yang terbentuk di dalam pipa harus dibersihkan dengan alat khusus atau bahan kimia.

2. Kondensor pendingin udara

Pada kondensor jenis ini pemasangannya harus berada di luar ruangan. Kondensor ini terdiri dari koil pipa pendingin yang bersirip plat tipis (tembaga / aluminium). Udara mengalir dengan arah tegak lurus pada bidang pendingin dan menyerap panas yang dibawa oleh refrigerant / freon.

3. Kondensor tabung dengan pipa horizontal

Kondensor ini berupa tabung yang didalamnya terdapat pipa-pipa tembaga yang dipasang secara horizontal, dimana air pendingin mengalir di dalam pipa-pipa kecil tersebut. Ujung dan pangkal pipa-pipa kecil jalur air pendingin terikat pada pelat pipa yang tebal dan tahan korosi. Pipa-pipa kecil yang tersusun itu dibagi menjadi dua bagian, ada bagian sebagai jalur air masuk dan sebagian lagi sebagai jalur keluar air pendingin.

Hasil kondensasi di dalam kondensor dipengaruhi juga oleh faktor alam, karena media pendingin untuk menyerap panas di kondensor diambil dari alam (air & angin). Sehingga pada kapal-kapal yang beroperasi di daerah-daerah tertentu yang memiliki suhu ekstrim (Teluk Persia) , pada musim panas selalu dihadapkan dengan tidak normalnya suhu ruang pendingin sebagai akibat dari kurang optimalnya proses kondensasi pada kondensor.

d. Filter and Dryer

Dryer merupakan tabung penyimpan refrigerant cair, dan ia juga berisikan fiber dan desiccant (bahan pengering) untuk menyaring benda-benda asing dan uap air dari sirkulasi refrigerant. Filter / Receiver drier mempunyai 3 fungsi , yaitu menyimpan refrigerant, menyaring benda-benda asing dan uap air dengan desiccant dan filter agar tidak bersirkulasi pada sistem mesin pendingin, dan

memisahkan gelembung gas dengan cairan refrigerant sebelum dimasukkan ke katup ekspansi. Receiver-drier menerima cairan refrigerant bertekanan tinggi dari kondensor dan disalurkan ke katup ekspansi (katup ekspansi). Receiver drier terdiri dari main body filter, desiccant, pipe, dan side glass . Cairan refrigerant dialirkan ke dalam pipa untuk disalurkan ke katup ekspansi melalui outlet pipe yang ditempatkan pada bagian bawah main body setelah tersaringnya uap air dan benda asing oleh filter dan desiccant.

e. Evaporator dan AHU (Air Handling Unit)

Evaporator merupakan alat yang bekerja berdasarkan evaporasi / penguapan. Refrigerant yang dilepas dari katup ekspansi berubah menjadi uap dingin, perubahan bentuk dari wujud cair menjadi gas inilah yang disebut evaporasi. Perubahan wujud terjadi karena katup ekspansi mengatur aliran cairan pendingin sehingga cairan pendingin yang masuk menjadi bertekanan rendah dan jumlahnya terbatas. Pipa-pipa evaporator ukurannya lebih besar dari pada pipa aliran refrigerant sebelum katup ekspansi sehingga menjadikan proses evaporasi menjadi lebih baik. Di dalam evaporator juga terjadi proses pertukaran panas ruangan pendingin yang diserap oleh media pendingin / refrigerant.

Letak evaporator di dalam ruang pendingin sebagaimana fungsinya sebagai penukar panas dengan dibantu blower / fan yang mensirkulasikan udara dalam ruang pendingin. Diperlukan ruang yang cukup agar fan bisa menghisap udara panas dan menekan masuk ke evaporator untuk didinginkan. Ketidadaan ruang sirkulasi ini akan menghambat dari tercapai suhu normal di ruang pendingin.

Karena keperluan dari evaporator sangat berbeda – beda, maka evaporator dibuat dalam bermacam-macam bentuk, ukuran dan perencanaan. Selain itu penggunaan jenis evaporator disesuaikan juga dengan cara kerja, aliran pendingin, jenis pengontrolan bahan pendingin dan pemakaiannya.

Dari sistem penukaran panas evaporator dibagi menjadi 2 jenis :

1. Ekspansi Langsung (direct expansion)

Adalah penyerapan panas yang secara langsung dilakukan oleh refrigerant yang di ekspansi oleh koil pendingin, sedangkan udara disirkulasikan dengan

cara menghembuskan dengan menggunakan blower (fan) melewati sela sela koil pendingin tersebut.

2. Ekspansi tidak langsung (indirect expansion)

Pada system ini panas yang didapat dari beban pendingin dipindahkan ke fluida sekunder (secondary fluid). Selanjutnya fluida ini akan membawa panas dan melepaskan panas tersebut melalui penukar panas yang menghubungkannya dengan refrigerant di mesin pendingin *Air Conditioner*. Fluida yang digunakan dari jenis yang tidak berbahaya yaitu air laut. System ini terpasang pada system pendingin air brain dengan media pendingin (refrigerant) ammonia dan hidrokarbon yang sangat berbahaya bagi manusia bila terpapar langsung.

Evaporator dari cara kerjanya dapat dibagi 2 :

1. Evaporator kering (dry or direct evaporator) hanya terdiri dari pipa-pipa saja
2. Evaporator banjir (flooded evaporator) terdiri dari tabung dan pipa.

Dari konstruksinya evaporator dapat dibagi menjadi beberapa type :

1. Pipa dengan rusak-rusak (finned)
2. Pipa saja (bare tube)
3. Permukaan pelat (plate surface)
4. Tabung dengan pipa (shell tube)

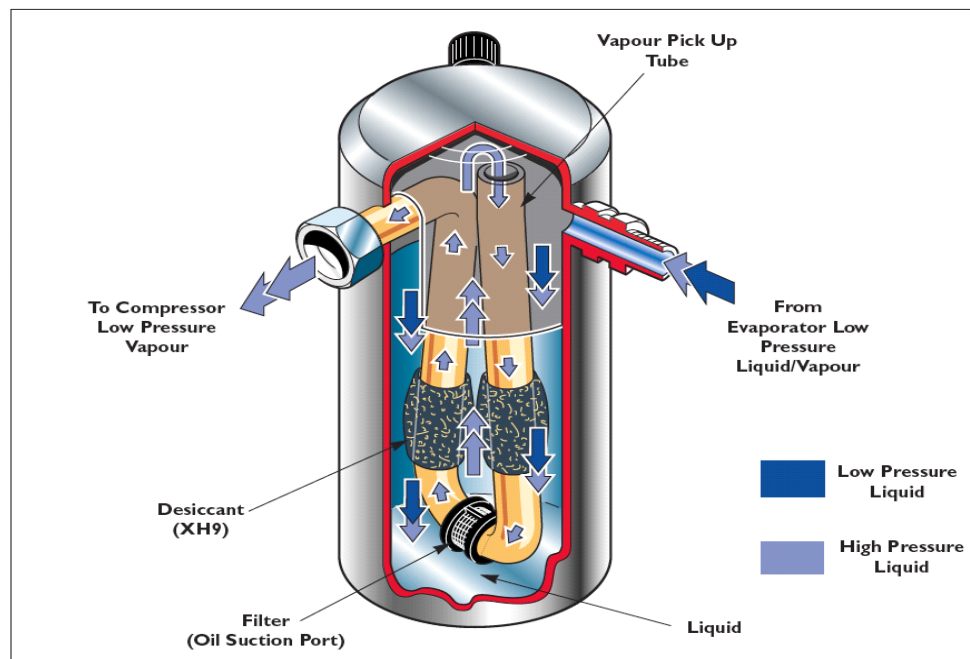
Zat pendingin cair dari receiver dryer dan kondensor harus dirubah kembali menjadi gas dalam evaporator, dengan demikian evaporator harus menyerap panas, agar penyerapan panas ini dapat berlangsung dengan sempurna, pipa-pipa evaporator juga diperluas permukaannya dengan memberi kisi-kisi (elemen) dan kipas listrik (blower), supaya udara dingin juga dapat dihembus ke dalam ruangan.

Rumah evaporator bagian bawah dibuat saluran/pipa untuk keluarnya air yang mengumpul disekitar evaporator akibat udara yang lembab. Air ini juga akan membersihkan kotoran-kotoran yang menempel pada kisi-kisi evaporator,

karena kotoran itu akan turun bersama air. Evaporator di buat dari bahan logam anti karat, yaitu tembaga dan almunium.

f. Accumulator

Accumulator berfungsi sebagai penampung sementara refrigeran cair bertemperatur rendah dan campuran minyak pelumas evaporator. Selain itu, accumulator juga berfungsi mengatur sirkulasi aliran bahan refrigeran agar bisa keluar masuk melalui saluran yang terdapat di bagian atas accumulator menuju ke saluran isap kompresor. Untuk mencegah agar refrigeran cair tidak mengalir kekompresor, accumulator mengkondisikan wujud refrigeran tetap dalam wujud gas, sebab ketika wujud refrigerant berbentuk gas akan lebih mudah masuk kedalam kompresor dan tidak merusak bagian dalam kompresor.



Gambar 12. Accumulator

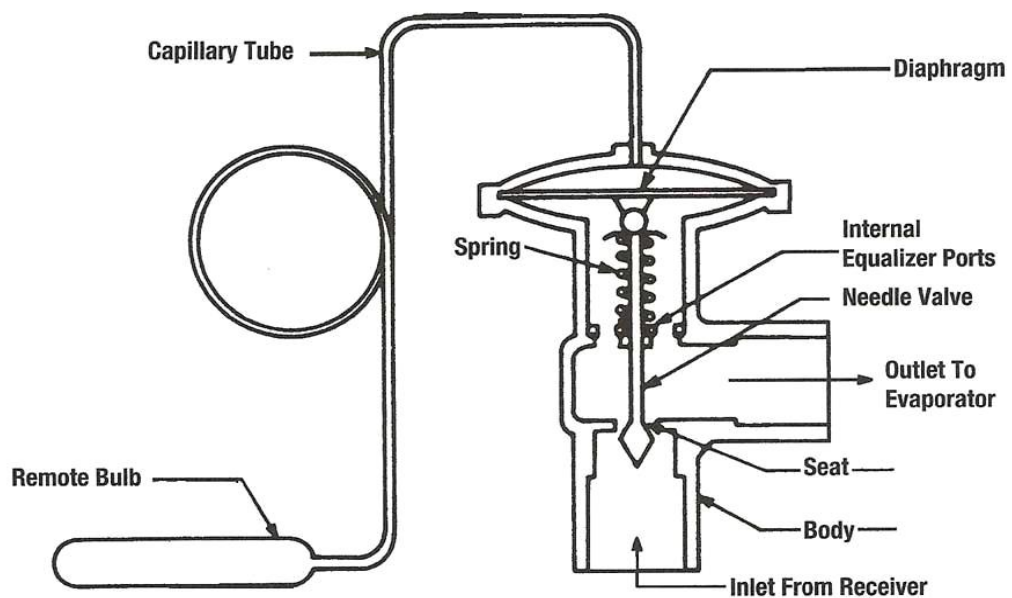
g. Thermostat Pengatur Suhu

Jika suhu pengabutan refrigerant menurun dibawah 0°C maka akan terbentuk pembekuan (frost) pada fin evaporator dan hal ini menyebabkan menurunnya aliran udara serta kapasitas pendinginan menurun.. Untuk mencegah seperti pembekuan / frosting ini, dan agar temperatur ruangan dapat diatur sesuai dengan suhu yang diinginkan, maka thermostats dipasangkan. Alat berupa saklar ini

terpasang pada evaporator case dengan pipa kapilernya terpasang dan terbungkus rapat pada pipa saluran masuk evaporator. Thermostat dihubungkan ke magnetic clutch pada kompresor secara seri. Thermostat akan melepaskan magnetic clutch ketika temperatur permukaan evaporator fin ada dibawah sekitar 1°C dan akan menghubungkan magnetic clutch dengan kompresor ketika suhunya telah mencapai $> 4^{\circ}\text{C}$.

h. Katup Ekspansi

Tekanan zat pendingin yang berbentuk cair dari kondensor, saringan harus diturunkan supaya zat pendingin menguap, dengan demikian penyerapan panas dan perubahan bentuk zat pendingin dari cair menjadi gas akan berlangsung dengan sempurna sebelum keluar evaporator. Untuk itulah pada saluran masuk evaporator dipasang katub ekspansi. Bekerjanya katup ekspansi diatur sedemikian rupa agar membuka dan menutupnya katup sesuai dengan temperatur evaporator atau tekanan di dalam sistem.



Gambar 14. Katup ekspansi

1. Pressure Control

Di setiap mesin apapun pasti mempunyai alat proteksi untuk menghindari terjadinya kerusakan fatal pada mesin tersebut, begitupula dalam system *Air Conditioner* . Pada beberapa jenis Air Conditioner yang memiliki daya PK besar sudah tentu di lengkapi alat yang namanya pressure control / pengontrol tekanan refrigerant.

Pressure control berfungsi untuk menjalankan dan menghentikan kompresor pada saat normal dan pada saat terjadi tekanan yang abnormal.

Pressure control ini terdiri dari:

Low presure control (LPC) Low pressure control berfungsi untuk memberikan perlindungan terhadap adanya tekanan rendah yang berlebihan.

High pressure control (HPC) High pressure control berfungsi untuk memberikan perlindungan terhadap adanya tekanan tinggi yang berlebihan.

Pressure control ini yang terpisah yaitu single pressure control (low press atau high press), dan ada juga yang di kombinasikan kedalam satu unit biasa di sebut Dual pressure control. Untuk yang Type Single pressure control biasanya terdapat pada jenis jenis *Air Conditioner* Panel, walaupun ada juga yang menggunakan Dual pressure low dan high pressure control.

Cara kerja Alat ini pada:

Low pressure control (LPC) kontaknya normaly closed (NC) akan terbuka bila terjadi penurunan tekanan di bawah settingannya, misalnya pada Low press ini di setting pada tekanan 35 psi maka bila di bawah tekanan tersebut kontak ini akan membuka dan otomatis akan memutus arus yang masuk ke kompresor sehingga kompresor langsung mati.

High Pressure control (HPC) kontaknya normaly closed (NC) akan terbuka bila terjadi tekanan tinggi yang berlebihan diatas settingan HPC, misalnya HPC ini di sett pada 300 psi maka kontak NC akan membuka dan memutus arus jika terjadi tekanan yang melebihi setingan. Settingan low dan high pressure control sudah di setting sesuai bawaan standar pabrik (factory setting) namun kita masih bisa merubahnya jika memang di rasa perlu.

j. Bahan Pendingin (*Refrigerant*)

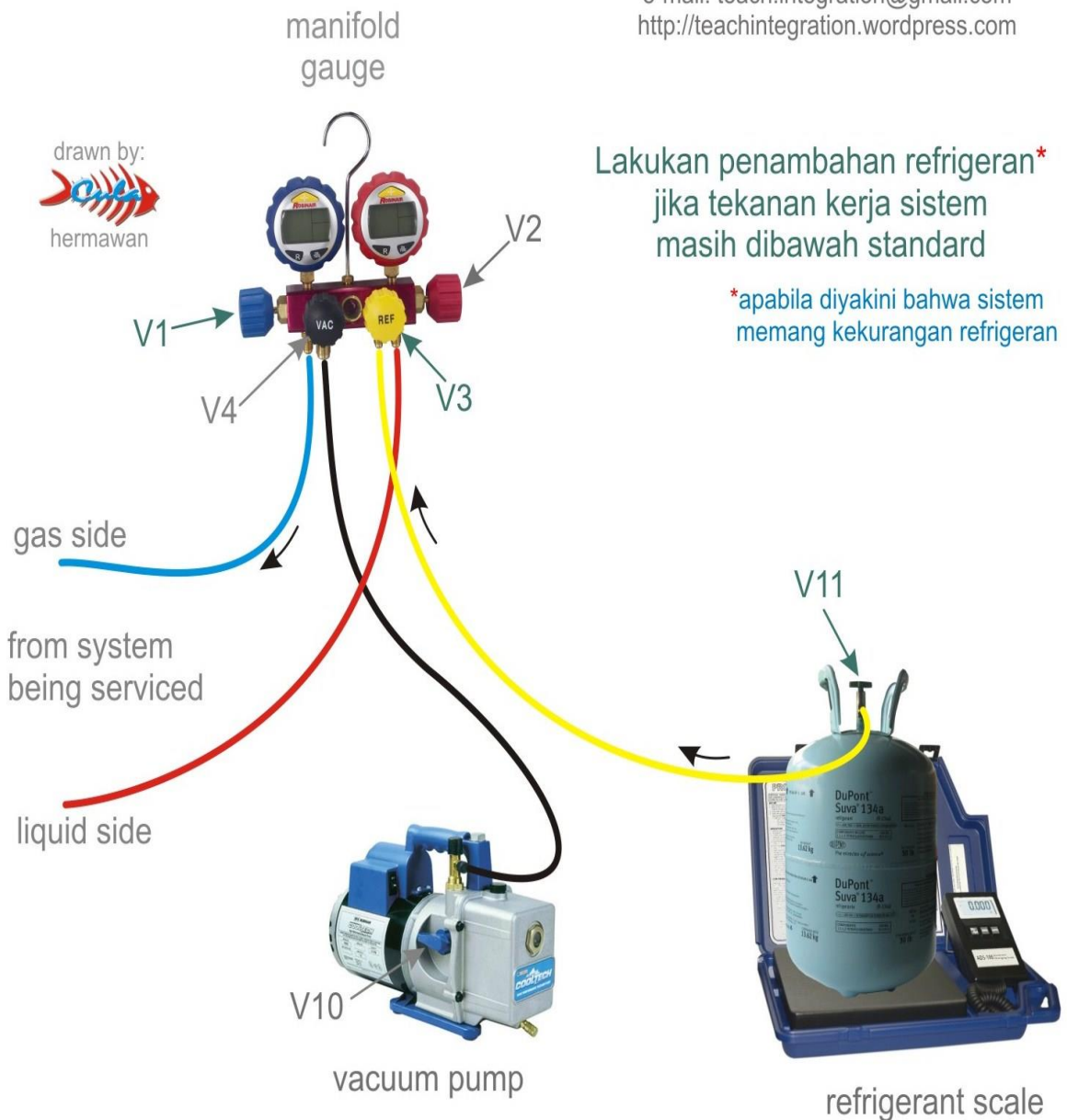
Liquid refrigerant yang digunakan pada system *Air Conditioner* haruslah selektif, sebab proses pendinginan memerlukan suatu bahan yang mudah diubah bentuknya dari gas menjadi cair atau untuk mengambil panas dari evaporator dan membuangnya di kondensor. Karakteristik termodinamika refrigerant antara lain meliputi temperatur penguapan, tekanan penguapan, temperatur pengembunan, dan tekanan pengembunan. Untuk keperluan suatu jenis pendinginan (misalnya untuk pendinginan udara atau pengawetan dengan pembekuan) diperlukan refrigerant dengan karakteristik termodinamika yang tepat.

Adapun syarat-syarat umum sebuah refrigerant sebagai berikut:

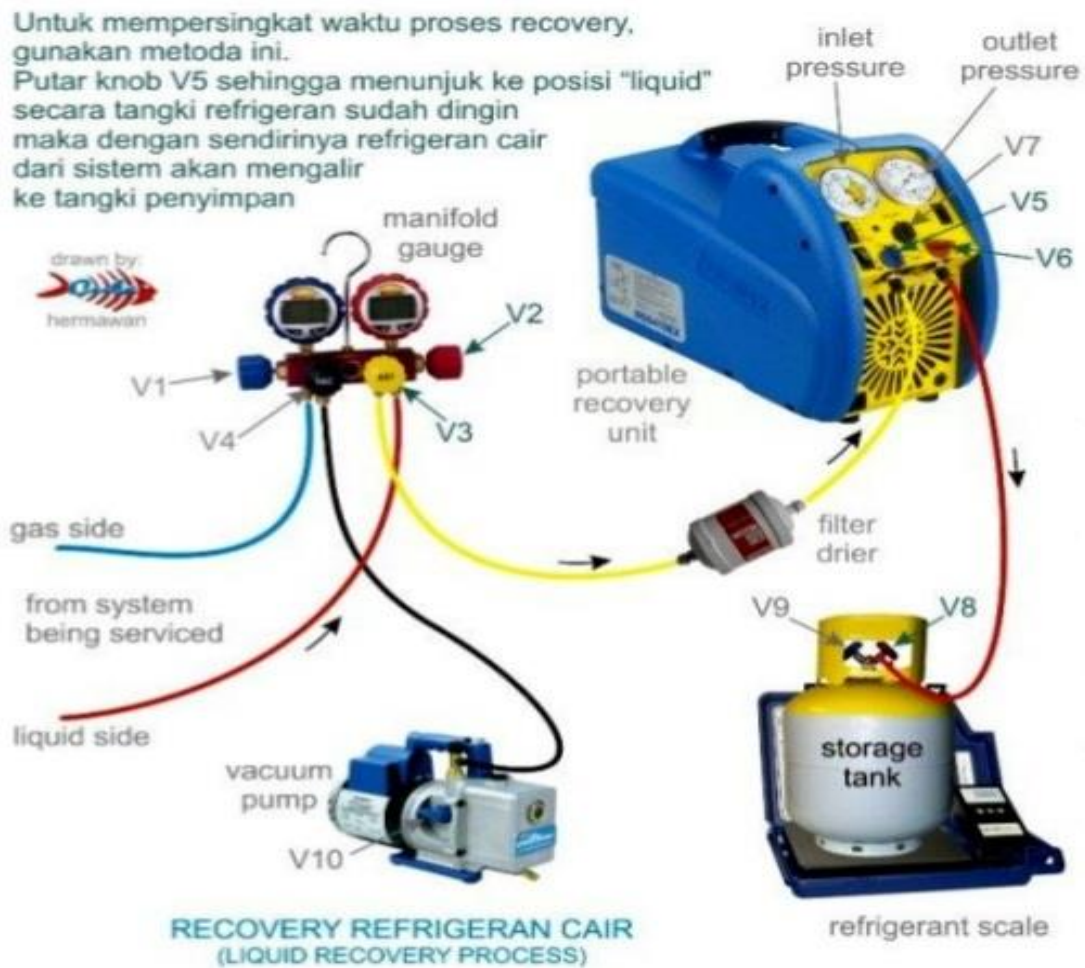
1. Tidak beracun dan tidak berbau.
2. Tidak mudah terbakar atau meledak jika dicampur dengan udara dan minyak pelumas.
3. Tidak menyebabkan korosi terhadap bahan logam yang dipakai pada system Pendingin.
4. Bila terjadi kebocoran mudah dicari.
5. Mempunyai titik didih dan kondensasi yang rendah.
6. Mempunyai susunan kimia yang stabil , tidak terurai setiap kali dimanipulasi diimbunkan dan di uapkan.
7. Perbedaan antara tekanan pengembunan dan tekanan penguapan sangat kecil.
8. Mempunyai panas laten penguapan yang besar, agar panas yang diserap evaporator bisa maksimal.
9. Mempunyai nilai konduktivitas thermal yang tinggi.
10. Kekentalan (viskositas) dalam fase cair maupun fase gas cukup rendah, agar tahanan aliran refrigerant dalam pipa kecil.
11. Konstanta dielektrika refrigerant yang kecil, tahanan listrik yang besar serta tidak menyebabkan korosi pada material isolator listrik

PENAMBAHAN REFRIGERAN (TOP-UP REFRIGERANT)

PT. TEACH INTEGRATION
Refrigeration and Air Conditioning Specialist
Call us at:
+62 778 323 768
+62 858 360 30 233
e-mail: teach.integration@gmail.com
<http://teachintegration.wordpress.com>



Gambar 17. Cara penambahan gas freon dalam system Air Conditioner



Gambar 18. Cara menampung gas freon cair dari system Air Conditioner

Keterangan langkah recovery refrigerant dalam bentuk cair seperti dalam gambar diatas dari system dimasukkan dalam tangki penyimpanan tanpa perlu menghidupkan mesin recovery.

1. Hubungkan flexible hose seperti dalam gambar.
2. Pasang power plug pada Pompa Vakum ke sumber listrik yang sesuai.
3. Pastikan V5 dan valve pada system yang akan di recovey dalam keadaan tertutup rapat.
4. Buka V1, V2, V3, V4 dan V10.
5. Hidupkan pompa vakum, langkah 1 – 4 berfungsi membuang udara yang terperangkap dalam flexible hose sehingga menjamin kebersihan proses recovery
6. Setelah proses vakum selesai tutup V1, V4, dan V10.
7. Matikan pompa vakum.

5. Pelaksanaan Perawatan Berencana

Pelaksanaan Perawatan Berencana di atas kapal dapat dilakukan secara beberapa tahapan, yang secara keseluruhan harus dijalankan dengan benar dan sesuai dengan prosedur yang sudah ditentukan.

a. Perawatan Pencegahan (Prevention Maintenance)

Pengertian Pencegahan lebih baik dari pada menunggu kerusakan yang lebih berat, adalah merupakan suatu pemahaman yang harus benar-benar tertanam pada setiap orang yang bertanggung-jawab atas suatu perawatan. Perawatan Pencegahan adalah bagian dari pelaksanaan pekerjaan perawatan berencana yang bertujuan untuk :

1. Memantau perkembangan yang terjadi pada hasil pekerjaan perawatan secara terus menerus sampai batas nilai-nilai yang diijinkan.
2. Menemukan kerusakan dalam tahap yang lebih dini, sehingga masih ada kesempatan untuk merencanakan pelaksanaan waktu perawatan.
3. Mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan, yang dapat mengakibatkan terhentinya operasi kapal.
4. Suatu tugas yang perlu dilakukan agar kita dapat menelusuri jalannya kerusakan terhadap nilai keselamatan dan nilai ekonomis kapal.

Untuk maksud tersebut di atas, maka setiap pesawat / mesin di atas kapal perlu diadakan perawatan pencegahan, sehingga setiap tanda-tanda yang akan menimbulkan kerusakan dapat lebih awal di atasi, diperbaiki.

b. Perawatan Dan Perbaikan (Repair & Maintenance)

Perawatan dan Perbaikan adalah bagian dari pelaksanaan pekerjaan perawatan berencana yang bertujuan untuk :

1. Memperbaiki setiap kerusakan yang terpantau, walaupun belum waktunya dilaksanakan perbaikan.
2. Mencegah terjadinya kerusakan atau bertambahnya kerusakan yang lebih besar.
3. Suatu tugas yang perlu dilakukan agar dapat mempertahankan kondisi permesinan terhadap nilai keselamatan dan ekonomis kapal.
4. Persiapan-persiapan yang matang, meliputi semua peralatan, semua suku cadang yang ada dan siapa yang akan memperbaikinya dan waktu kapan akan dilaksanakannya perbaikan tersebut.

c. Perawatan Periodik (Period Maintenance).

Perawatan Periodik adalah bagian dari pelaksanaan pekerjaan perawatan pencegahan yang dilakukan secara periodik berdasarkan waktu kalender atau Jam kerja (Running Hours) dengan mengacu kepada Manual Instruction Book, yaitu :

1. Perawatan yang dilaksanakan secara waktu kalender

Perawatan secara harian (daily), Perawatan secara mingguan (weekly). Perawatan secara bulanan (monthly), Perawatan secara tiga bulan (quarterly), Perawatan secara tahunan (yearly/annual survey) dan Perawatan secara lima tahunan (special survey)

2. Perawatan yang dilaksanakan secara Jam kerja

Perawatan setiap 24 Jam sekali, setiap 500 Jam; setiap 1000 Jam 2000 Jam, 4000 Jam, 8000 Jam, 10000 Jam, dan seterusnya' terhitung setelah selesai perbaikan (overhaul).

Dalam kenyataannya perawatan periodik ini juga disesuaikan dengan waktu keberadaan kapal, dengan pertimbangan tidak mengganggu operasi kapal. Perawatan periodik merupakan salah satu sistem perawatan yang banyak dilakukan oleh banyak perusahaan pelayaran yang sudah "maju/modern" dan dengan tetap mengutamakan optimasi operasi kapal,

d. Pemantauan Kondisi Mesin (Condition inspection).

Pemantauan Kondisi adalah sistem perawatan yang diterapkan dimana kondisi mesin diperkirakan (probabilitas) memiliki tingkat kerusakan yang meningkat dengan cepat, maka penentuan interval perawatan dibuat sendiri, Oleh karena kasus ini jarang terjadi, maka strategi pengembangan perawatan yang tidak ditentukan oleh waktu kalender dan waktu operasi, melainkan menurut pemantauan langsung terhadap mesin dan perlengkapannya.

Tujuan dan pemantauan kondisi adalah untuk menemukan kembali informasi tentang kondisi dan perkembangan mesin dan peralatanannya, sehingga tindakan korektif dapat diambil sebelum terjadi kerusakan. Parameter (batasan-batasan) yang dipergunakan untuk pengamatan dan pengukuran sifat-sifat fisik atau kemampuan suatu sistem, adalah dengan maksud :

1. Untuk mengawasi penurunan kemampuan dari penggunaan komponen atau sistem.

2. Untuk mengawasi parameter kritis dari komponen atau sistem yang ditujukan terhadap perubahan yang tiba-tiba, sehingga operasi mesin tidak dapat dilanjutkan.
3. Untuk memantau kemampuan suatu komponen atau sistem dengan kondisi-kondisi yang dapat mengatur parameter operasional dalam meningkatkan keadaan ekonomis.

Pada MV. HALUL 15 mempunyai 1 unit mesin tata udara yang terdiri dari 2 buah compressor semihermatic 2 x 30 hp, 2 buah condensor dan 1 AHU unit, media pendinginan condensor adalah air laut yang di sirkulasi dengan pompa sentrifugal 2 buah pompa berkerja bergantian.

System otomatisasi sudah terpasang pada unit *Air Conditioner* MV. HALUL 15, karena dalam unit tersebut terpasang system control yang mampu mematikan system bila terjadi abnormal parameternya, misalkan tekanan air pendingin berkurang, tekanan oli rendah, tekanan kerja refrigerant tinggi ataupun rendah, maka dari itu untuk menjaga agar otomasi control tersebut berjalan dengan baik maka di adakan rencana perawatan yang berkelanjutan.

Data Mesin Air Conditioner M.V Halul 15

Model	: 06EA0599	Electric motor
Maker	: Carlyle	2 unit
Capacity	: 148 Kw	Data each
Refrigerant (HFC)	: R404A	Maker : CMG
Power Consumption	: 64.9 Kw	Capacity : 7,5 Kw

Condenser Unit

Electric	: 440 V/ 50 Hz /3p	
2 x seawater cooled condenser		Speed : 1750 Rpm

Air Handling Unit

Model	: SECSM7514	1x BDB500 CM
Capacity	: 228 Kw	Maker : Kruger
Water in	: 32°	Air Volume : 16000 m ² /Hr
Condensing Temp	: 42°	Static Pressure : 900 P
Type	: sea water shell	Fan Speed : 1650 Rpm
	Tube type	

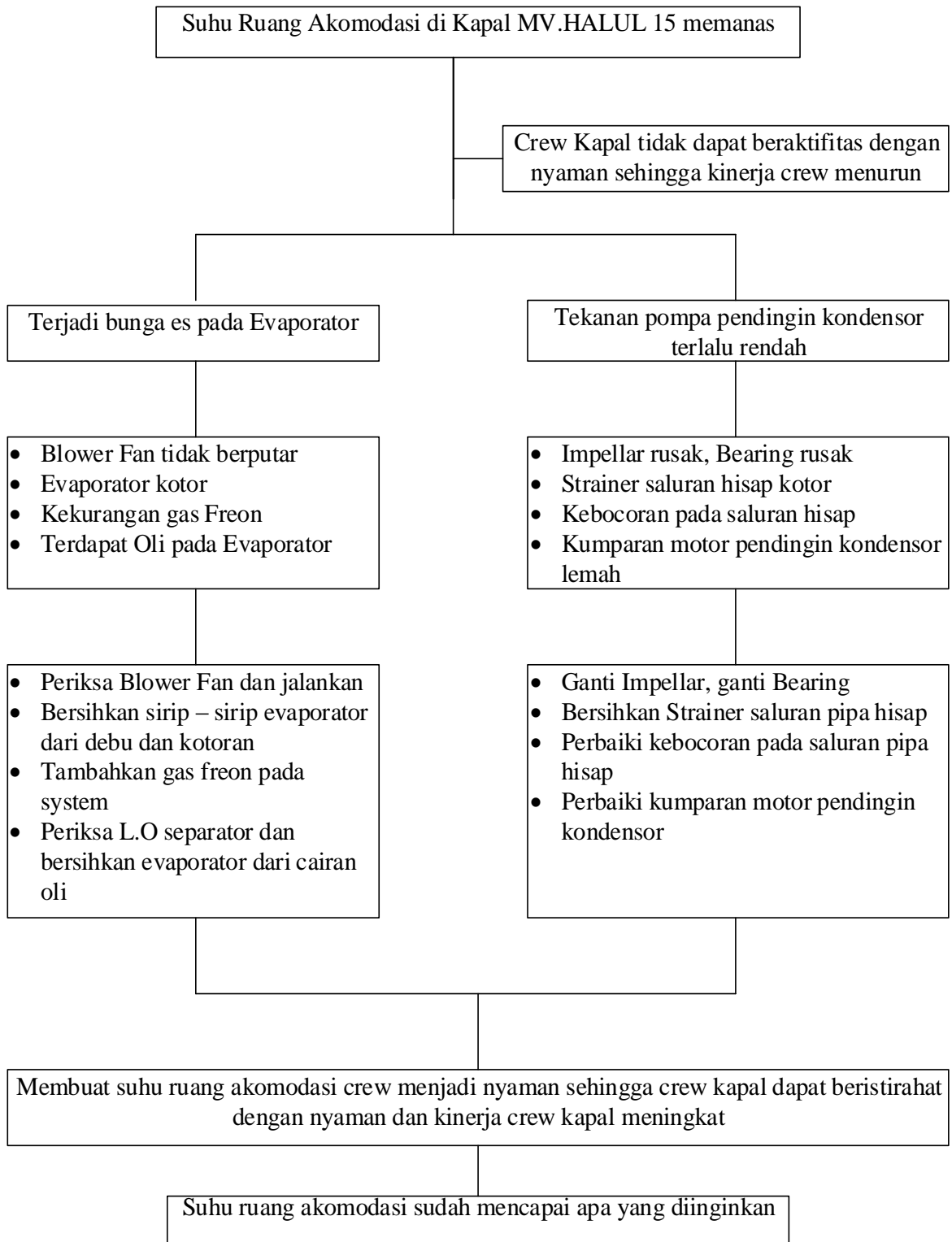
B. KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka pemikiran ini menjelaskan tentang suhu ruang akomodasi pada kapal MV. Halul 15 yang menjadi panas. Karena suhu pada ruang akomodasi menjadi panas sehingga crew kapal tidak dapat beraktifitas dengan nyaman sehingga kinerja crew menurun. Kemudian dicari penyebab masalah dari panasnya suhu pada ruang akomodasi. Ditemukan adanya bunga es pada evaporator dan tekanan pompa pendingin kondensor terlalu rendah. Kemudian dari 2 masalah itu dicari masing-masing penyebabnya. Yang menyebabkan terjadinya bunga es di evaporator diantaranya adalah : blower fan tidak berputar, evaporator kotor, kekurangan gas freon dan terdapatnya oli pada evaporator. Sedangkan yang menyebabkan tekanan pompa pendingin terlalu rendah adalah impeller dan bearing rusak, strainer saluran hisap yang kotor, kebocoran pada saluran hisap dan kumparan motor pendingin kondensor lemah.

Setelah ditemukan penyebabnya maka segera diatasi permasalahannya, untuk penanganan masalah terjadinya bunga es pada evaporator adalah dengan: memeriksa blower fan dan dijalankan, bersihkan sirip-sirip evaporator dari kotoran dan debu, tambahkan gas freon pada system serta periksa LO separator dan bersihkan evaporator dari cairan oli pelumas. Adapun penanganan untuk tekanan pompa pendingin kondensor yang terlalu rendah adalah dengan : ganti impeller dan bearing dengan spare part yang baru, bersihkan strainer saluran pipa hisap, perbaiki kebocoran pada saluran pipa hisap dan perbaiki kumparan motor pendingin kondensor.

Jika permasalahan yang terjadi di kapal menyangkut *Air Conditioner* sudah dapat diatasi, maka suhu akomodasi yang diinginkan dapat tercapai sehingga suasana yang nyaman akan membuat kinerja crew kapal menjadi lebih baik untuk menunjang pengoperasian kapal.

KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam suatu penyusunan skripsi dibutuhkan pengamatan-pengamatan sehingga mampu mendapatkan suatu data yang akurat agar tujuan penulisan dapat tercapai. Pemecahan untuk pengamatan selama penulis berada di kapal MV. Halul 15, yang kemudian disusun dalam bentuk makalah yang berdasarkan pula suatu masalah. Karena tanpa masalah tidak akan timbul suatu penelitian. Berikut ini adalah metode pengumpulan data yang digunakan dalam suatu penelitian.

A. DESKRIPSI DATA

Permasalahan yang akan di kaji dalam makalah ini yaitu tentang kemampuan *Air Conditioner* mempertahankan suhu ruang akomodasi sesuai yang diinginkan demi kenyamanan crew yang bekerja di atas kapal. Ada beberapa faktor yang saling terkait satu dengan yang lainnya guna menunjang tujuan tersebut. Untuk itu pada kajian ini penulis berusaha memberikan gambaran yang jelas dalam mengutarakan fakta-fakta permasalahan yang terkait dalam upaya mempertahankan unjuk kerja *Air Conditioner* guna mempertahankan suhu ruang akomodasi sesuai dengan yang diinginkan.

Pada makalah ini mengungkapkan data - data yang di peroleh berdasarkan pengalaman penulis ketika melaksanakan pengamatan di atas kapal MV. Halul 15. Dengan adanya pengalaman ini ditemukan berbagai masalah di bawah ini.

1. Terjadinya Bunga Es Pada Evaporator

Pada tanggal 22 Maret, 2015 MV Halul 15 melakukan pekerjaan perawatan kontruksi bangunan sumur minyak di lokasi Zuluf GOSP-2 milik perusahaan ARAMCO di perairan teluk Persia. Pada bulan-bulan Juni hingga Oktober di wilayah timur tengah mengalami musim panas dikarenakan di sekitar wilayahnya berupa padang pasir sehingga suhu udara pada siang hari bisa sangat panas. Suhu rata-rata udara antara 40° C – 50° C. Pada hari tersebut diketahui suhu udara

luar adalah 45° C sedangkan suhu air masuk kondensor 35° C untuk suhu keluar kondensor adalah 40° C. Mesin *Air Conditioner* pada kapal MV. Halul 15 menggunakan media refrigerant R 404A non CFC. Pompa pendingin kondensor mempunyai kapasitas 2 x 356 liter/menit tekanan air pada kondensor 3,2 bar.

Pada kapal MV. Halul 15 unit tata udara menggunakan compressor model semihermatic Reciprocating Compressor 2 x 35 kw, capacity 2 x 36,74 tons (high temp) produksi Carlyle type 06E. Dalam pengaturan suhu ruangan thermostat di pasang pada dinding AHU (Air Handling Unit) sebagai input nya sensor thermal di pasang pada saluran udara masuk AHU ouput akan terhubung pada control tekanan rendah KP 2 yang akan mengendalikan beban kompresor. Bila suhu masuk AHU 31° C maka kompresor akan berkerja dalam beban penuh sehingga ampere meter menunjukan 100 ampere dalam waktu yang lama berarti kompresor bekerja 100%. Tentu hal ini tidak di anjurkan oleh maker di karenakan kompresor diberikan beban penuh dalam waktu yang lama.

Data pada system *Air Conditioner*

Discharge pressure	:	21,0 bar
Suction pressure	:	2,5 bar
LO pressure	:	6,0 bar
Suhu dinding kondensor atas	:	80° C
Suhu dinding kondensor bawah	:	50° C
Suhu pada ruang akomodasi	:	31° C
Suhu thermostate di atur pada	:	26° C
Suhu air laut	:	38° C

Berdasarkan data tersebut diatas maka masinis jaga melaporkan bahwa suhu yang terdapat di ruang akomodasi terasa panas sehingga mengurangi kenyamanan dan aktifitas crew yang bekerja di atas kapal. Pada saat kejadian diketahui waktu menunjukkan jam 15.00 LT, dimana sebagian crew kapal sedang istirahat dan yang lainnya sedang melakukan aktifitas sehari hari. Segera dilakukan pengecekan oleh crew bagian mesin untuk menemukan penyebab dari panasnya suhu pada ruang akomodasi. Melihat kondisi seperti itu maka system *Air*

Conditioner dimatikan dahulu. Ternyata ditemukan banyaknya bunga es pada evaporator di ruang AHU (Air Handling Unit).

2. Hal Yang Menyebabkan Terjadinya Bunga Es Pada Evaporator

Ada banyak hal yang menyebabkan terjadinya bunga es pada evaporator. Namun jika sering terjadi bunga es pada evaporator maka kita harus memeriksa satu persatu system pada *Air Conditioner*.

a. Pemeriksaan Blower Fan

Kipas blower atau fan yang tidak bekerja menjadi penyebab terjadinya bunga es pada evaporator. Hal ini dikarenakan gas freon yang terkompresi dan berubah menjadi cair pada evaporator tidak dapat menyerap panas tanpa bantuan blower / fan. Blower atau fan yang tidak berputar bisa disebabkan oleh tidak adanya arus listrik pada blower karena breaker memutus arus listrik secara otomatis jika terjadi arus pendek atau kelebihan beban.

Tidak bekerjanya blower / fan biasanya dikarenakan sistem pengaman atau breaker yang memutus arus listrik secara otomatis jika terjadi hubungan arus pendek atau kelebihan beban yang terjadi pada blower / fan. Blower yang tidak bekerja / berputar biasanya dapat dirasakan dari tidak adanya aliran udara / angin pada saluran ventilasi udara tekan yang terdapat di ruang akomodasi.

b. Evaporator Kotor

Evaporator terdiri dari sudu-sudu / sirip yang berfungsi menyerap panas sehingga terjadi pertukaran energi. Dari proses penyerapan panas ini terkadang kotoran-kotoran berupa debu ikut terbawa dan menempel pada sudu-sudu. Jika dalam waktu lama evaporator ini tidak dibersihkan maka akan menyebabkan banyaknya bunga es pada evaporator karena terganggunya proses penyerapan panas pada evaporator.

Kotoran yang menempel pada evaporator adalah penyebab terjadinya bunga es pada evaporator. Hal ini berhubungan dengan perawatan yang belum dilaksanakan semestinya di atas kapal. Banyaknya kotoran / debu pada evaporator menghambat penyerapan panas yang berlangsung sehingga pada evaporator terdapat bunga es.

c. Kurangnya Gas Freon Pada System

Kekurangan gas freon / refrigerant merupakan salah satu penyebab timbulnya bunga es pada evaporator. Sebab ketika tekanan refrigeran dalam evaporator kurang mengakibatkan refrigeran tidak stabil dan penyerapan panas tidak maksimal karena di dalam evaporator kurang gas refrigerant.

Indikasi kurangnya gas freon / refrigerant dapat kita lihat pada side glass tabung kondensor bagian bawah / receiver. Jika tidak terdapat cairan di dalamnya hal itu menandakan berkurangnya gas freon dalam system *Air Conditioner*. Akibat berkurangnya gas freon mengakibatkan timbulnya bunga es pada evaporator.

d. Terdapat Oli Pada Evaporator

Oli didalam evaporator berpotensi menimbulkan bunga es sebab pipa evaporator yang seharusnya mengalirkan refrigeran secara lancar tetapi karena sebagian pipa evaporator kemasukan oli menyebabkan daerah penyerapan panas tidak merata keseluruh permukaan evaporator, karena penyerapan panas yang seharusnya sepanjang pipa evaporator. Karena pada evaporator terdapat oli sehingga penyerapan pada satu titik lebih tinggi dibanding ketika normal.

Jika oli pelumas pada kompresor sering berkurang maka salah satu penyebabnya adalah LO separator tidak bekerja secara maksimal. Jadi oli pelumas yang seharusnya kembali ke kompresor tapi karena LO separator bermasalah, maka oli tersebut ikut terbawa dengan refrigerant sampai ke evaporator.

3. Tekanan Pompa Pendingin Kondensor Terlalu Rendah

Di saat kapal beroperasi di oil field seperti biasanya ditemukan oleh masinis jaga bahwa tekanan air laut yang keluar dari pendingin kondensor (output overboard) tidak seperti biasanya / debit airnya kecil. Hal itu terjadi ketika dilakukan pemeriksaan rutin oleh masinis jaga pada tanggal 10 Februari 2015 sekitar jam 8 pagi. Kondisi system *Air Conditioner* masih berjalan normal dikarenakan temperatur udara luar masih normal sekitar 25°C. Berdasarkan hasil laporan masinis jaga maka segera diambil tindakan untuk mengganti pompa pendingin kondensor yang sedang berjalan dengan pompa pendingin kondensor yang lain nya pompa no. 1. Pompa yang sedang berjalan adalah pompa no. 2.

Pompa pendingin kondensor yang lain setelah dijalankan maka debit air yang keluar (over board) terlihat normal. Hal ini berbeda dengan pompa pendingin kondensor no.1, kebetulan pressure gauge di atas kapal rusak / tidak berfungsi. Sehingga jika akan melihat debit air / output pompa maka dilakukan manual dengan melihat langsung ke luar sisi kapal. Hal ini memang menyulitkan bagi kita yg berada di kapal, namun demikianlah adanya. Hanya saja kita berpesan kepada crew bagian engine untuk melakukan kontrol terhadap permesinan secara baik dan menyeluruh.

Dari hasil pengamatan saluran air pendingin yang keluar kapal dari saluran keluar kondensor, penulis mendapati aliran keluar air tidak deras seperti biasanya. Maka itu untuk mengetahui mengapa aliran keluar kondensor terlalu lemah padahal tekanan masuk ke kondensor normal maka di lakukan beberapa tahapan yang pertama mematikan pompa kondensor. Mempersiapkan kunci-kunci untuk membuka pompa kondensor, setelah dibuka ternyata ditemukan impeller pompa yang rusak / bolong pada satu sisi.

Setelah semua komponen pada pompa pendingin kondensor di buka dan diperiksa dari sinilah diketahui bahwa penyebab menurunnya tekanan pompa pendingin kondensor adalah dari impeller yang rusak. Kita dapat mengidentifikasi penyebab menurunnya tekanan pompa untuk segera melakukan perbaikan.

4. Hal Yang Menyebabkan Tekanan Pompa Pendingin Kondensor Terlalu Rendah.

Tekanan pompa pendingin kondensor terlalu rendah juga dapat menyebabkan masalah dalam system Air Conditioner. Karena satu dengan yang lainnya saling berkaitan. Adapun penyebab rendahnya tekanan pompa pendingin kondensor diantaranya adalah:

a. Impeller Pompa Dan Bearing Pompa Rusak

Jika ada salah satu bagian dari spare part pompa pendingin kondensor yang rusak maka otomatis akan mengurangi performa dari pompa itu sendiri. Komponen-komponen (spare part) pada pompa pendingin kondensor jika rusak / bermasalah maka akan berpengaruh pada tekanan keluar pompa. Komponen yang dimaksud adalah seperti impeller , bearing dan mechanical

seal pompa. Biasanya ditandai dengan suara yang kasar / aneh juga kadang-kadang getaran pompa yang tidak seperti biasanya. Jika indikator ini sudah dapat kita rasakan maka segera lakukan tindakan pencegahan / perbaikan pada pompa pendingin kondensor.

b. Strainer / Saringan Dari Saluran Hisap Pompa Pendingin Yang Kotor

Kotoran yang terdapat pada saluran hisap juga menjadi penyebab menurunnya tekanan pompa pendingin kondensor, karena debit air yang keluar dari pompa pendingin tidak normal. Keberadaan strainer / saringan sangat membantu kerja dari pompa pendingin kondensor. Tanpa adanya saringan maka semua kotoran akan terhisap kedalam pompa dan hal ini akan mengakibatkan rusaknya impeller pompa. Lakukan perawatan berkala sesuai dengan PMS yang dibuat supaya kotoran yang menyumbat saringan bisa dibersihkan dengan seksama.

c. Kebocoran Pada Saluran Pipa Hisap

Biasanya kebocoran pada saluran hisap tidak terlalu terlihat nyata, apalagi jika pada saluran pipa hisap. Udara yang ikut masuk bercampur dengan air pada saluran hisap pompa pendingin kondensor juga mempengaruhi tekanan keluar pompa. Untuk itu lakukan perbaikan pada kebocoran pipa saluran hisap yang menuju pompa pendingin. Periksa juga sambungan pipa / flange dari kebocoran sekecil apapun. Pada saat pompa berputar memang tidak terlihat kebocoran pada saluran hisap, karena air dan udara ikut terhisap dengan pompa. Namun ketika pompa berhenti berputar baru kita bisa deteksi kebocoran saluran pipa hisap dengan melihat tetesan air laut yang keluar.

d. Kumparan Pada Motor Pendingin Kondensor Lemah

Melemahnya kumparan motor pada pendingin pompa kondensor juga menurunkan performa dari pompa pendingin kondensor itu sendiri. Kurangnya aliran debit air yang keluar dari pompa karena putaran motor yang tidak maksimal. Berkurangnya putaran motor sebagai penggerak pompa juga mempengaruhi tekanan keluar pompa. Karena lemahnya putaran motor disebabkan kumparan yang bermasalah. Segera lakukan perbaikan terhadap kumparan motor pompa untuk mencegah menurunnya tekanan pompa

pendingin kondensor. Jika motor penggerak pompa dibiarkan berputar sementara kumparan motor sudah lemah maka lambat laun motor penggerak pompa akan terbakar karena panas yg ditimbulkan dari kumparan yang berputar tidak seimbang. Hal ini akan menambah masalah pada motor penggerak pompa.

B. ANALISA DATA

Dari hasil penemuan dan pengamatan yang dilakukan oleh penulis pada saat bekerja di atas kapal, diperoleh fakta-fakta tentang permasalahan system *Air Conditioner* yang terjadi di kapal MV. Halul 15. Berdasarkan deskripsi data-data yang diuraikan di atas, maka hasil analisa data yang dilakukan penulis terdapat beberapa permasalahan yang menyebabkan sistem *Air Conditioner* tidak bekerja secara maksimal sebagaimana yang dikehendaki.

1. Terdapat Oli Pada Evaporator

Jika oli pelumas pada kompresor sering berkurang maka salah satu penyebabnya adalah LO separator tidak bekerja secara maksimal. Jadi oli pelumas yang seharusnya kembali ke kompresor tapi karena LO separator bermasalah, maka oli tersebut ikut terbawa dengan refrigerant sampai ke evaporator.

Permasalahan menyangkut banyaknya oil pelumas juga terjadi pada kapal MV. Halul 15 pada saat kapal beroperasi di oil field GOSP-2 milik perusahaan Aramco Saudi di Teluk Persia. Diketahui suhu ruangan kabin terasa panas sampai 30°C. Kompresor dimatikan setelah sebelumnya di vacuum, lalu blower fan untuk sirkulasi udara juga dimatikan. Kemudian pompa pendingin kondensor juga dimatikan. Bunga es banyak terdapat pada evaporator, engine crew berusaha membersihkan bunga es yang ada dengan mengalirkan air hangat pada evaporator. Selanjutnya kompresor dijalankan dan ditambahkan sedikit gas freon pada system *Air Conditioner*. Setelah ditunggu beberapa saat ternyata kondisi temperatur di ruang akomodasi masih tetap panas.

Kami koordinasikan masalah yang terjadi dengan master selaku pemimpin tertinggi di kapal. Kita upayakan ketika kapal kembali kepelabuhan untuk kegiatan supply perbekalan sekaligus mengadakan perbaikan terhadap system *Air Conditioner* yang mengalami masalah. Setelah melaporkan kejadian yang dialami di kapal dengan Port Engineer di darat, maka diputuskan untuk mengadakan service maintenance terhadap system *Air Conditioner* di kapal. Kita mengerjakan

maintenance service untuk system *Air Conditioner* dibantu dengan teknisi dari darat karena keterbatasan waktu dan tenaga.

Setelah menemukan permasalahan banyaknya oli pelumas pada evaporator maka segera diambil tindakan untuk membersihkan evaporator dari oli pelumas diantaranya :

1. Kompresor *Air Conditioner* dimatikan setelah sebelumnya divacuum dan semua katup suction dan discharge ditutup. Blower fan untuk sirkulasi udara pendingin juga dimatikan.
2. Sambungan (flange) pipa suction dan pipa discharge yang menghubungkan ke kompresor dilepas.
3. Buka expansion valve dan bersihkan, waktu expansion dilepas otomatis semua gas freon keluar dari system *Air Conditioner* (terbuang).
4. Sambungkan gas freon seperti kita hendak mengisi / menambah freon sebelum filter and dryer.
5. Setelah itu buka valve dari sisi tabung freon seperti kita menambah freon (blow up) dengan maksud mendorong oli yang ada di evaporator untuk keluar semua melalui pipa discharge yang menuju kompresor. Diperlukan kurang lebih 1 botol freon gas ukuran 13 kg untuk membersihkan / menguras oli pelumas di dalam evaporator, karena desain pada evaporator tidak terdapat drain valve untuk membuang kotoran oli.
6. Dikarenakan ini merupakan maintenance service system *Air Conditioner* maka spare part yang sekiranya perlu pergantian kita ganti dengan spare part yg baru, diantaranya : expansion valve, selenoid valve, filter and dryer juga gas freon tentunya.
7. Setelah pekerjaan pembersihan oli pada evaporator selesai maka seluruh komponen pada system *Air Conditioner* dirangkai seperti semula.
8. System *Air Conditioner* kemudian di kosongkan dengan menggunakan pompa vacuum. Kegiatan ini berlangsung lama sekitar 2 jam lebih sampai suction pressure pada gauge menunjukkan -2 psi.
9. Setelah selesai system *Air Conditioner* di vacuum kemudian dilakukan pengetesan kebocoran pada system *Air Conditioner* dengan memasukkan gas nitrogen pada system. Digunakan gas nitrogen karena harganya yang lebih murah dari refrigerant dan tidak mudah terbakar. Periksa tempat- tempat yang dicurigai bocor seperti expansion valve, selenoid valve, suction dan

discharge valve pada kompresor dengan menggunakan busa sabun atau dengan leak detector.

10. Pada system *Air Conditioner* yang telah melalui pengetesan kebocoran kemudian dilakukan vacuum ulang untuk membuang gas nitrogen dalam system. Proses vacuum berlangsung sampai tekanan pada pressure gauge sekitar -2 psi selama kurang lebih 2 jam atau lebih.
11. Proses selanjutnya adalah pengisian freon gas / refrigerant dalam system. Sebaiknya dilakukan pengisian sebelum filter and dryer supaya kotoran yang ada dapat disaring. Jalankan kompresor dan perhatikan parameter pada system *Air Conditioner*.

Kontrak kerja pada kapal offshore pada umumnya cukup singkat antara 2 sampai 3 bulan, hal ini dapat memungkinkan masinis pada kapal lalai atau lupa untuk melakukan perbaikan atau pun perawatan dikarenakan bila kontrak kerja jatuh pada musim dingin antara bulan November sampai dengan Februari maka mesin *Air Conditioner* udara tidak dibutuhkan. Sehingga masinis akan mengabaikan perawatan sesuai PMS yang telah di buat oleh perusahaan.

2. Impeller dan bearing pompa pendingin kondensor rusak.

Kurangnya debit air yang keluar dari kapal /over board merupakan salah satu indikasi menurunnya tekanan pompa pendingin kondensor. Karena kita memiliki 2 buah pompa pendingin kondensor yang bekerja bergantian, maka masalah yang dihadapi dapat segera ditangani. Namun demikian kita tetap memperbaiki kerusakan pada pompa pendingin kondensor no. 1 sebagai antisipasi jika terdapat masalah pada pompa pendingin yang lain.

Untuk memperbaiki kerusakan pompa yang disebabkan karena impeller yang rusak maka segera diambil tindakan penanganannya :

1. Persiapkan semua peralatan yang diperlukan untuk memperbaiki pompa pendingin kondensor.
2. Tutup semua valve masuk dan keluar pompa yang akan diperbaiki.
3. Lepas semua komponen / spare part pompa untuk diidentifikasi kerusakannya.

4. Periksa juga motor pompa, apakah bearing motor masih bagus keadaannya. Kalau memang sudah goyang ada baiknya diganti sekaligus.
5. Bersihkan spare part / komponen yang sudah di bongkar.
6. Perbaiki kebocoran impeller dengan menambal dengan menggunakan las, hal ini dilakukan untuk sementara waktu (temporary) sambil menunggu spare part yang di pesan datang dan siap digunakan.
7. Setelah impeller pompa selesai diperbaiki maka kita pasang semua komponen yang tadi dilepas.
8. Ganti bearing pompa juga mechanical seal pompa, karena biasanya untuk mechanical setelah di lepas dari as pompa maka akan rusak. Ada baiknya kita ganti semua komponen dengan yang siap pakai / baru.
9. Pasang / rakit kembali semua komponen dan peralatan pendukung pompa pendingin kondensor. Kencangkan baut dan mur pengikat sambungan pipa-pipa dan pompa.
10. Periksa kelurusan antara pompa pendingin dengan motor penggerak pompa, jangan sampai tidak lurus / centre. Karena jika tidak lurus maka pengaruhnya adalah getaran pada pompa yg mengakibatkan kinerja pompa pendingin terganggu.
11. Buka semua valve hisap dan tekan pompa sebelum pompa pendingin kondensor dijalankan.
12. Setelah pompa pendingin kondensor dijalankan, maka kita periksa semua sambungan pipa-pipa, output overboard air pendingin juga saluran hisap dari pompa.

C. Pemecahan Masalah

1. Alternatif Pemecahan Masalah

Dari data- data yang di dapat kita dapat mengambil tindakan agar permasalahan tersebut tidak berlanjut terus menerus. Selain untuk mencegah kerusakan yang lebih besar lagi maka tindakan perawatan bahkan perbaikan dapat dilakukan untuk memecahkan masalah tersebut.

a. Terdapat Oli Pada Evaporator

Membersihkan evaporator dari oli pelumas dengan cara kita blow up / dorong menggunakan gas nitrogen.

b. Tekanan Pompa Pendingin Kondensor Terlalu Rendah

Ganti impeller dengan spare part yang baru atau spare part rekondisi.

2. Evaluasi Pemecahan Masalah

a. Terdapat Oli Pada Evaporator

1. Blow up / dorong dengan menggunakan gas nitrogen

Kelebihan blow up / mendorong oli menggunakan gas nitrogen adalah :

- a) Evaporator bersih dari oil pelumas dan kotoran-kotoran yang mengendap di dalamnya.
- b) System *Air Conditioner* bersih tidak bercampur dengan uap air.
- c) Pada saat proses vacuum pada system *Air Condensor* tidak perlu waktu yang lama karena di dalam system bersih tidak terdapat uap air.

Kekurangan blow up / mendorong oli menggunakan gas nitrogen adalah :

- a) Butuh biaya yang sedikit mahal untuk mendapatkan gas nitrogen pada saat proses blow up / mendorong oli di dalam evaporator.
- b) Dibutuhkan keterampilan yang tinggi pada saat blow up supaya gas nitrogen tidak bocor ke tempat yang lain.

2. Blow up / dorong dengan menggunakan air compressor

Kelebihan blow up / mendorong oli menggunakan air compressor adalah :

- a) Biaya yang dibutuhkan lebih murah dibandingkan dengan menggunakan gas nitrogen.

Kekurangan blow up / mendorong oli menggunakan air compressor adalah

- a) Di dalam evaporator masih terdapat uap air, ini tidak dianjurkan karena akan mengganggu proses penguapan gas refrigerant dalam evaporator pada system *Air Condicioner*.
- b) Pada saat proses vacuum pada system *Air Condensor* perlu waktu yang lama karena di dalam system terdapat uap air.

b. Tekanan Pompa Pendingin Kondensor Terlalu Rendah

1. Ganti impeller pompa dengan spare part yang baru

Kelebihan dari mengganti impeller dengan spare part yang baru

- a) Jam kerja pompa jadi lebih lama dengan penggantian spare part yang baru.
- b) Kondisi pompa jadi lebih bagus sehingga tekanan air dapat naik kembali.

Kekurangan dari mengganti impeller dengan spare part yang baru

- a) Butuh biaya untuk pengadaan spare part yang siap pakai.
- b) Butuh permintaan barang untuk pengadaan spare part baru.

2. Ganti impeller pompa dengan spare part impeller rekondisi

Kelebihan dari mengganti impeller dengan spare part impeller rekondisi

- a) Impeller yang lama bisa dipergunakan kembali setelah diperbaiki / rekondisi.
- b) Tidak butuh biaya banyak untuk pengadaan spare part rekondisi karena hanya memperbaiki kerusakan yang ada.

Kekurangan dari mengganti impeller dengan spare part impeller rekondisi

- a) Jam kerja pompa tidak lama dibandingkan dengan penggantian spare part yang baru.
- b) Kondisi pompa bagus tapi tidak bisa digunakan untuk jangka waktu yang lama mengingat impeller pompa bukan spare part baru.
- c) Mempersiapkan waktu untuk pergantian spare part baru sesuai standar untuk mengganti impeller rekondisi.

3. Pemecahan Masalah Yang Dipilih

a. Terdapat Oli Pada Evaporator

Pemecahan masalah yang dipilih adalah dengan blow up / mendorong oli pelumas yang berada di dalam evaporator menggunakan gas nitrogen. Memang dari segi biaya lebih mahal dibandingkan dengan menggunakan air compressor yang ada di kapal. Namun demikian hasil yang didapat lebih bagus karena di dalam evaporator tidak terdapat uap air dan proses vacuum

juga lebih cepat. Sehingga perbaikan system *Air Conditioner* dapat lebih cepat selesai.

b. Tekanan Pompa Pendingin Kondensor Terlalu Rendah

Pemecahan masalah yang dipilih adalah dengan mengganti impeller pompa dengan suku cadang yang baru. Dari segi biaya memang mahal karena harus menyediakan suku cadang siap pakai, namun dari segi kinerja pompa dapat digunakan lebih lama dan hasilnya maksimal. Dari segi perawatan juga lebih lama karena suku cadang yang digunakan bagus kondisinya.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah diuraikan beberapa masalah yang terjadi pada system *Air Conditioner* dan cara menyelesaikan permasalahannya, maka penulis menyusun beberapa kesimpulan dari makalah ini. Kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh disusun sesuai dengan masalah yang terdapat pada system *Air Conditioner* pada kapal MV. Halul 15 sebagai berikut :

1. Terjadinya Bunga Es Pada Evaporator

Adalah karena banyaknya oli pelumas di dalam evaporator sehingga mengurangi kemampuan penyerapan panas, mengatasinya adalah dengan mendorong / blow up menggunakan gas nitrogen.

2. Yang Menyebabkan Tekanan Pompa Pendingin Kondensor Terlalu Rendah

Penyebab terlalu rendahnya pompa pendingin kondensor adalah kerusakan pada impeller pompa pendingin kondensor. Mengatasinya adalah dengan memperbaiki impeller / rekondisi impeller atau diganti dengan suku cadang impeller yang baru, agar supaya tekanan pompa pendingin kondensor normal kembali.

B. SARAN - SARAN

Berdasarkan uraian dari kesimpulan-kesimpulan tersebut maka penulis memberikan saran-saran yaitu :

Saran untuk masinis dan crew kapal MV. Halul 15

1. Agar dilakukan pemantauan yang baik dan benar sehingga timbulnya bunga es yang terjadi pada evaporator bisa dicegah dengan melakukan perawatan berkala pada system *Air Conditioner* yang dilakukan oleh masinis jaga atau engine crew sesuai dengan PMS yang dibuat.
2. Diharapkan kepada masinis jaga atau engine crew untuk memperhatikan tekanan pompa pendingin kondensor, karena hal ini juga berpengaruh pada performa system *Air Conditioner* yang ada di kapal.

3. Pemeriksaan berkala pada bagian dari system *Air Conditioner* , karena satu dengan yang lainnya saling berhubungan guna mendapatkan temperature akomodasi yang diinginkan.
4. Secepatnya menangani masalah yang terjadi pada system *Air Conditioner* karena hal ini sangat berpengaruh pada kenyamanan crew yang bekerja di atas kapal guna menunjang kelancaran operasi kapal.
5. Sebaiknya pelaksanaan perawatan (PMS) dilakukan mengikuti panduan buku manual mesin di kapal.

Saran untuk pemilik kapal

1. Mempersiapkan kebutuhan spare part sesuai dengan yang dibutuhkan di kapal guna kelancaran operasional kapal.
2. Sebaiknya pemilik kapal melakukan pelatihan dan pemahaman tentang perawatan mesin *Air Conditioner* kepada crew kapal bagian mesin dan mengadakan pengawasan.

DAFTAR PUSTAKA

Andrew D. Althouse, B.S.M.A, 1975. Modern refrigerator and air conditioner.

Arismundar, Wiranto dan Koichi Tsoda, 2002. Penyebaran udara. Prandya Paramita
(Pusaka Teknologi dan Informasi)

D.A Taylor, Introduction to Marine Engineering (Burlington : Elsevier Ltd., 1996)

Gunawan Danuasmoro, 2003. Manajemen Perawatan, Jakarta, Yayasan Bina Citra
Samudra

Ilyas Sofyan, 1983. Dasar-dasar mesin pendingin.

R. Adji, 1966. Mesin Pendingin, STIP Jakarta

LAMPIRAN GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 : Kapal MV. Halul 15	lampiran
Gambar 2 : Mesin Air Conditioner MV. Halul 15	lampiran
Gambar 3 : Sirkulasi gas dan komponen mesin pendingin	13
Gambar 4 : Diagram PH	14
Gambar 5 : Kompresor open type dan semi hermetic	16
Gambar 6 :Kompresor hermetic	lampiran
Gambar 7 : Kompresor scroll dan setrifugal	lampiran
Gambar 8 : Kondensor	18
Gambar 9 : Filter and Dryer	lampiran
Gambar 10 : Oil separator	lampiran
Gambar 11 : Evaporator dan AHU (Air Handling Unit)	lampiran
Gambar 12 : Accumulator	22
Gambar 13 : Thermostate	lampiran
Gambar 14 : Katup ekspansi	23
Gambar 15 : Pressure control	lampiran
Gambar 16 : Gas Freon 404A	lampiran
Gambar 17 : Cara penambahan gas Freon dalam system	26
Gambar 18 : Cara menampung gas Freon cair dari system.....	27



Gambar 1. Kapal MV. Halul 15



Gambar 2. Mesin Air Conditioner MV. Halul 15



Gambar 6. Kompresor hermetic

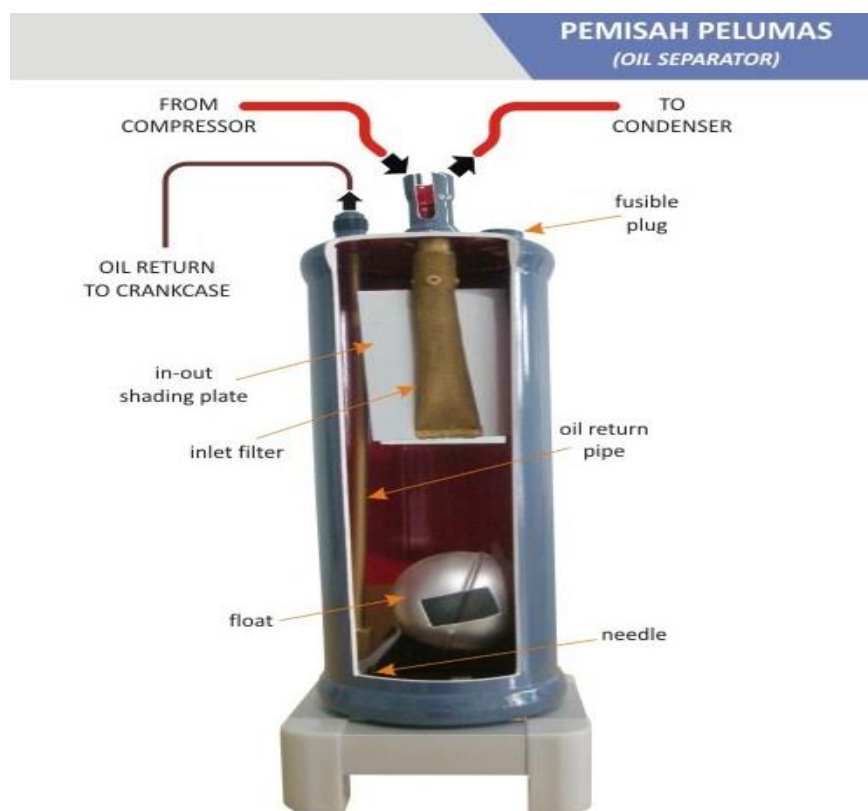


Air Conditioning Clinic TRG-TRC016

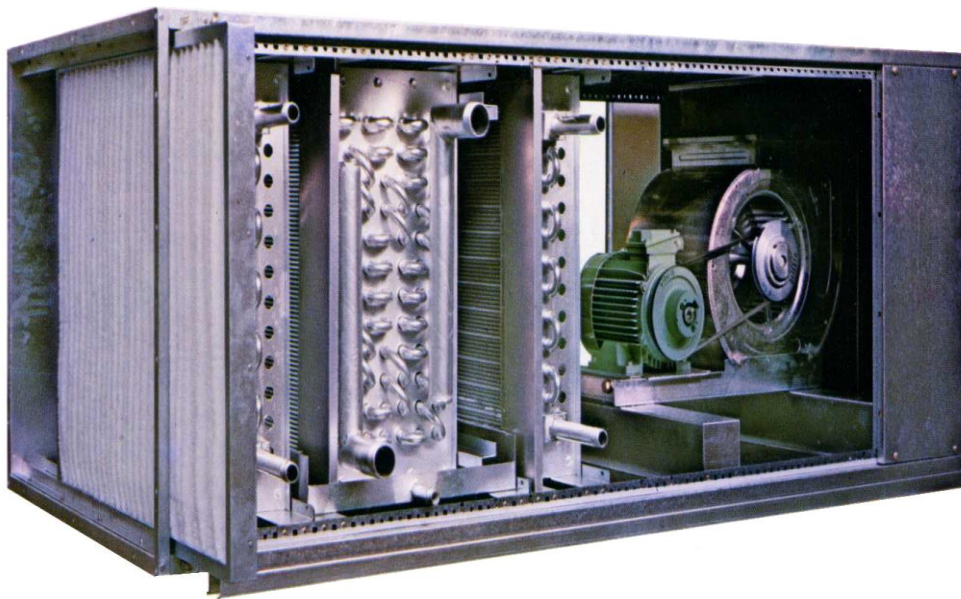
Gambar 7. Kompresor scroll dan sentrifugal



Gambar 9. Filter and Dryer



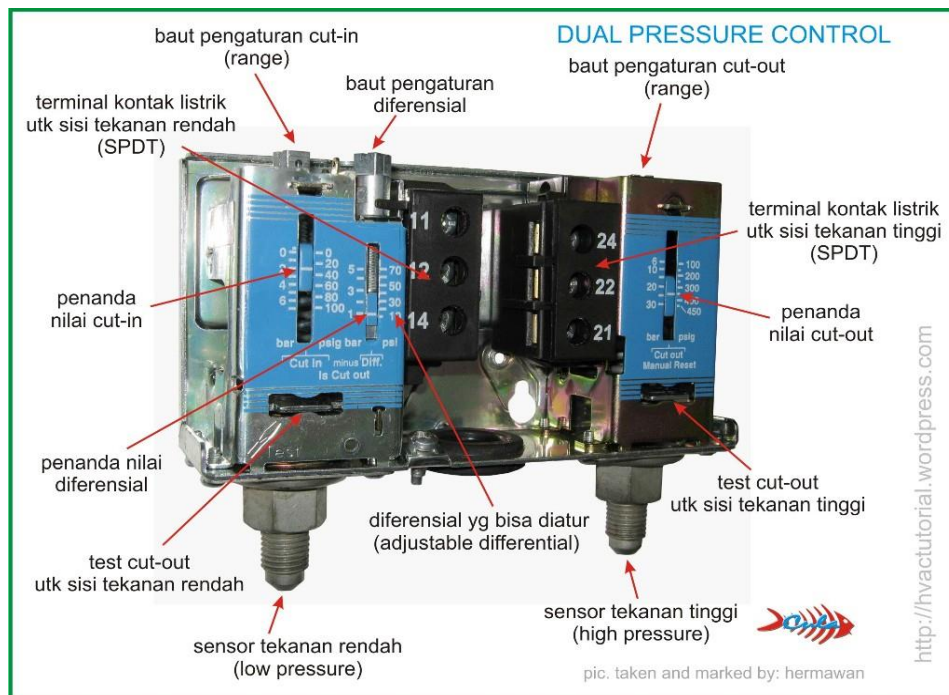
Gambar 10. LO separator



Gambar 11. Evaporator dan AHU (Air Handling Unit)



Gambar 13. Thermostate pengatur suhu



Gambar 15. Dual Pressure control



Gambar 16. Freon gas 404A

LAMPIRAN

Lampiran 1. Crew list MV. Halul 15

Lampiran 2. Ship Particular MV. Halul 15

M.V.Halul - 15

Flag	: Qatar
Port of Registry	: Doha
Official Number	: 244 / 07
IMO Number	: 9396048



شركة حالول للخدمات البحرية ذ.م.م.
Halul Offshore Services Company W.L.L.

GRT	564
NRT	169
BHP	2x736 KW

Crew List 08/04/2016

NO.	NAME	RANK	NATIONALITY	DATE OF BIRTH	PASSPORT NO	EXPIRY	SEAMANS BOOK NO.	EXPIRY	DATE OF SIGN ON	VISA EXPIRY
1	MUSTADJIRIN BUSIRI	MASTER	INDONESIAN	31-Dec-72	A 446358	09-Jan-18	C 022820	22-Nop-16	05.03.2016	01.06.2016
2	RUDIANTO BEDDU	CH.OFF	INDONESIAN	15-Apr-83	A 7496608	04-Mar-19	Y 079480	07-Okt-18	09.03.2016	05.06.2016
3	SRI INHARSO MARYONO	CH/ENGR	INDONESIAN	26-Nop-71	B 1202167	26-Mei-20	C 019462	21-Jan-17	20.01.2016	17.04.2016
4	RAJINDER KUMAR GROVER	2ND / ENG	INDIAN	12-Jan-74	G 6449296	03-Mar-18	MUM 147774	05-Dec-18	14.02.2016	03.05.2016
5	RAHUL GEHLOT	ETO	INDIAN	28-Dec-89	K 5776138	26-Sep-22	MUM 242052	14-Sep-24	20.01.2016	06.04.2016
6	ARUN GOPALAKRISHNAN	MM	INDIAN	13-Okt-86	M 7671084	27-Mar-25	MUM 132737	17-Nop-25	14.02.2016	03.05.2016
7	LIBIN LIBARATHOOSSE	AB 1	INDIAN	01-Agust-91	K 4025835	15-Mei-22	MUM 204481	#####	14.02.2016	03.05.2016
8	JIJO K.K.	AB 2	INDIAN	02-Apr-90	H 2305825	07-Jan-19	MUM 162844	07-Sep-19	23.10.2015	16.04.2016
9	SARAVANAN DURAISAMY	AB 3	INDIAN	31-Dec-79	L 4157140	13-Okt-23	CH 21614	22-Dec-23	20.01.2016	12.04.2016
10	VIPIN K.P.NAIR	AB 4	INDIAN	16-Feb-89	H 4166712	28-Apr-19	MUM 160424	25-Jun-19	09.11.2015	29.04.2016
11	IDRISH ALI MOLLA	COOK	INDIAN	15-Jul-81	G 3762642	20-Sep-17	MT - 39013	22-Jan-20	30.11.2015	23.05.2016
12	JERONS RICHARD	STEWARD	INDIAN	02-Sep-89	K 9961025	27-Mar-23	MUM 223795	07-Okt-23	24.11.2015	20.05.2016
13	S.PANILA	AB 5	INDIAN	01-Dec-87	H8186847	08-Mar-20	MUM 241273	#####	30.03.2016	17.04.2016

CERTIFIED BY MASTER :

MUSTADJIRIN BUSIRI



Safety Standby Vessels :

HALUL 15

Built	Jiangsu Wuxi Shipyard, China (POET)
Year of Built	2007
Port of Registry	Doha, Qatar
Flag	QATAR
Call Sign	A7NE
Official Number	244/07
IMO Number	9396048
Hull Number	1264
Class	ABS +A1 + Offshore Support + Circle E + AMS
Owners	Halul Offshore Services Company, Qatar



DIMENSIONS

Length Overall	: 41.80 M
Breadth Moulded	: 10.00 M
Depth Moulded	: 4.20 M
Draft Loaded	: 3.60 M
Deadweight	: 340 T (Approx)
GRT	: 564 T
NRT	: 169 T

ANCHOR & DECK MACHINERY

Anchor	: 2 X 675 Kg. (HHP)
Chain	2x Dia. 24 mm x 302.5 m U2 stud link
Anchor windlass	: One - Electrohydraulic, 2.3 T at 10 m/min with Central Drum Cap. - 64 Dia x 100 M PP rope.
Chain stopper	: Two
Capstan	: Two - Electric, 3 Ton at 10m/min.
Stores Davit	: One - Electric, 1.5 SWL at 3 M radius
Deck Crane	: Pedestal mounted Knuckle boom 3.3 Tons at 4.8 Mtrs

MACHINERY

Main Engines	: 2 x YANMAR 6RY17,1000 BHP each
Horse Power	: 2000 BHP - Maximum power
Propellers	: 2 x Fixed Pitch Propellers
Auxillary / Generators	: 3x 130 KW, 415 V/50Hz/3Ph
Emergency Generator	: 60 KW, 415V/50Hz/3Ph
Bow Thruster	: 1 x 2.5 T, Fixed Pitch Tunnel Thruster

PERFORMANCE

Speed	: 11 knots at 3.2 M Draft
Fuel Consumption	: Approx. 6 t/day at 100% MCR
Manoeuvring	: Twin Manoeuvring console in wheel house.

SAFETY & FIREFIGHTING

Sewage Treatment Plant	: 1 x 20 persons	Liferafts	: 2 x 20 Men
Oily Water Separator	: 1x 0.5 M3/Hr. Compliant with MARPOL	Fast Rescue boat	: Viking -15 Men Capacity
		Rescue Boat Davit	: "A" Frame type - Quick Deployment type
CAPACITIES		Fire Extinguisher	: As per class requirment
Fuel Oil	: 180 Cu M	FiFi Pump	: 1x 750 M3 per hour
Fresh Water	: 180 Cu M	Monitor.	: 1x 750 cu.m./hr. Fire/foam monitors @ 11.5 bar
Ballast Water	: 55 Cu M		remote joystick controlled from bridge
Refrigertator/Freezer	: 2x 10 Cu.m.	Emm. Fire/Pump	: As per class
Clear Deck Area	: 130 Sq.M at 5 Ton/ Sq.M	Fixed CO2	: Engine room flooding system
		Dispersant System	: 2 x 5 M Spray, 6 Cu.M Tank
TRANSFER RATES		Foam Tank	: 1 x 6 cu. M.
Fuel to Day Tank	1x10 cu.m/hr @ 50m head	Fixed H2S/LEL	: Five (5) Sensors each
Water	1x 50 cu.m/hr @ 100m head	Search Light	: 2 x 1500 W (Supply from Emer. Generator)
Cargo Fuel	: 1x 50 cu.m/hr @ 100m head	Flood Light	: 6 x 1000 W (Supply from Emer. Generator)
		Misc.	: Rescue Zone with Scrambling nets on either side.
COMMUNICATIONS		BA Sets	: 25 Nos (15 Minutes)
GMDSS Station	: As required for Area A1, A2, A3	ACCOMMODATION - 20 BERTHS	
VHF (GMDSS)	: 2 nos. One with DSC	12 Men	3 x 4 Berth Cabin
Inmarasat	: Mini M	6 Men	3 x 2 Berth Cabin
EPIRB	: One	2 Men	: 2 x 1 Berth Cabin
SART	: Two	Total 20 Person	: Life Saving appliances certified & provided for - 40 Persons .
VHF (Client requirement)	: 2 x SAILOR RT2048		
SSB Radio	: One -250 W		
Internal Communication	: Telephone, Talk Back, SPT	SURVIVORS	
TV System	For Mess room , Master & C/E room		: 80 Seatings (Total 120 Survivors)

Download to Excel