

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI KINERJA KOMPRESOR UDARA GUNA
MENUNJANG OPERASIONAL DIKAPAL MV. CELEBES**

Oleh :

Budi Wijaya

N I S : 01503/T-I

PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I

JAKARTA

2019

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



**MAKALAH
OPTIMALISASI KINERJA KOMPRESOR UDARA GUNA
MENUNJANG OPERASIONAL DIKAPAL MV. CELEBES**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Program Diklat Pelaut – I**

Oleh :

Budi Wijaya

N I S : 01503/T-I

PROGRAM PENDIDIKANDIKLAT PELAUT I

JAKARTA

2019

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



TANDA TANGAN PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : Budi Wijaya
N I S : 01503/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut – I
Jurusan : Teknika
Judul : OPTIMALISASI KINERJA KOMPRESOR
UDARA GUNA MENUNJANG OPERASIONAL
DIKAPAL MV. CELEBES

Pembimbing I
Pembimbing II
Jakarta, 1 Juli 2019

Markus Y. Manurung, S.Sit,MM
NIP : 19800605 200812 1 001

Drs. Sugiyanto, MM
NIP : 19620715 198411 1 001

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, MMTr
NIP : 19720901 200502 1 001

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



TANDA TANGAN PENGESAHAN MAKALAH

Nama : Budi Wijaya
N I S : 01503/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut – I
Jurusan : Teknika
Judul : OPTIMALISASI KINERJA KOMPRESOR
UDARA GUNA MENUNJANG OPERASIONAL
DIKAPAL MV. CELEBES

Penguji I

Penguji II

Penguji III

Solehuddin, MM
NIP : 19731127 200812 1 002

Winarto Edi Purnama, MM
NIP : 19660726 199808 1 001

Titis Ariwibowo, S.SiT, MMTr
NIP : 19820306 200502 1 001

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, MMTr
NIP : 19720901 200502 1 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, dengan judul :

OPTIMALISASI KINERJA KOMPRESOR UDARA GUNA MENUNJANG OPERASIONAL DIKAPAL MV. CELEBES

Dengan disusunnya makalah, penulis mencoba untuk menyajikan sebuah permasalahan yang selalu terjadi di atas kapal MV. Malili. Berdasarkan analisa-analisa yang dirangkum maka didapatlah sebuah kesimpulan yang mana akan diuraikan didalam makalah.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas bimbingan yang diberikan oleh pembimbing selama penyusunan makalah. Semoga uraian makalah dapat berguna bagi kelancaran operasional diatas kapal.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan atas seluruh dukungan yang diberikan oleh :

1. Bpk. Capt. Marihot Simanjuntak, MM (Ketua STIP)
2. Bpk. Nafi Almuzani, MMTr (Ketua Jurusan Teknik STIP)
3. Ibu Vidya Selasdini, MMTr (Ka. Divisi Pengembangan Usaha STIP)
4. Bpk. Markus Y. Manurung, S.Sit, MM (Ka.Sub.Div Pengembangan Usaha STIP)
5. Bpk. Drs. Sugiyanto, MM (Pembimbing Makalah)
6. Seluruh Pengajar dan Para Penguji yang telah membantu
7. Dina Septiana, Rienaldi Onyx, Riefina Tulive, Riesyana Jamine (Istri dan Anak)
8. Teman-teman Pasis ATT-I Angkatan 52

Jakarta, 1 Juli 2019

Penulis,

Budi Wijaya

N I S : 01503/T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
TANDA TANGAN PERSETUJUAN MAKALAH.....	ii
TANDA TANGAN PENGESAHAN MAKALAH.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah, Batasan dan Rumusan Masalah...	3
C. Tujuan dan Manfaat.....	4
D. Metode Penelitian.....	5
E. Waktu dan Tempat Penelitian.....	6
F. Sistematika Penulisan Makalah.....	6
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Tinjauan Pustaka.....	8
B. Kerangka Pemikiran.....	23
BAB III : ANALISA DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data.....	25
B. Analisis Data.....	27
C. Pemecahan Masalah.....	27
BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	39
B. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Table 1.a Keterangan gambar.....	9
2. Table 3.a <i>Trouble shooting</i> kompresor udara.....	28
3. Table 3.b Keterangan gambar.....	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 2.2.a Struktur kompresor udara.....	9
2. Gambar 2.2.b Struktur kompresor udara.....	9
3. Gambar 2.3.a Diagram azas pemampatan.....	10
4. Gambar 2.3.b Kompresi fluida.....	11
5. Gambar 2.7.a Torak dari kompresor bebas minyak.....	19
6. Gambar 2.7.b Saringan udara.....	21
7. Gambar 2.7.c Penampang katup pengaman.....	22
8. Gambar 3.3.a Konstruksi pompa pendingin.....	30
9. Gambar 3.3.b Konstruksi <i>pressure switch</i>	35
10. Gambar 3.3.c Pressure switch	36
11. Gambar 3.3.d Diagram listrik otomatisasi kompresor udara.....	36
12. Gambar 3.3.e <i>Pressure switch</i> yang baru.....	37
13. Gambar 3.3.f Diagram distribusi udara.....	38

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA TANGAN PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : Budi Wijaya
NIS : 01503/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut – I
Jurusan : Teknika
Judul : OPTIMALISASI KINERJA KOMPRESOR
UDARA GUNA MENUNJANG OPERASIONAL
DIKAPAL MV. CELEBES

Pembimbing I

Markus Y. Manurung, S.Sit,MM
NIP : 19800605 200812 1 001

Jakarta, 1 Juli 2019

Pembimbing II

Drs. Sugiyanto, MM
NIP : 19620715 198411 1 001

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, MMTr
NIP : 19720901 200502 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA TANGAN PENGESAHAN MAKALAH

Nama : Budi Wijaya
N I S : 01503/T-I
Program Pendidikan : Diklat Pelaut – I
Jurusan : Teknika
Judul : OPTIMALISASI KINERJA KOMPRESOR
UDARA GUNA MENUNJANG OPERASIONAL
DIKAPAL MV. CELEBES

Penguji I

Solehuddin, MM

NIP : 19731127 200812 1 002

Penguji II

Winarto Edi Purnama, MM

NIP : 19660726 199808 1 001

Penguji III

Titis Ariwibowo, S.SiT, MMTr

NIP : 19820306 200502 1 001

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, MMTr

NIP : 19720901 200502 1 001

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Dalam era globalisasi saat sekarang dituntut adanya peningkatan ilmu pengetahuan dan teknologi terapan yang dapat menunjang kegiatan manusia dalam berbagai aktivitasnya. Seiring dengan kemajuan dan untuk menyambut era perdagangan bebas didunia internasional maka diperlukan alat-alat angkut sebagai sarana dalam kegiatan perdagangan. Dengan semakin pesatnya kegiatan perdagangan maka diperlukan alat-alat angkut yang efektif dan efisien, dalam hal tersebut transportasi laut/kapal adalah pilihan yang tepat sebagai sarana pengangkutan dalam volume besar dengan efisiensi biaya yang rendah.

Dalam pengoperasiannya, kapal membutuhkan mesin penggerak yang biasanya disebut mesin induk (*main engine*) dan pesawat-pesawat bantu (*auxiliary engine*) yang akan menunjang pengoperasian kapal tersebut. Mesin Induk merupakan mesin atau instalasi mesin dalam kapal yang berfungsi menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kapal. Pada umumnya mesin induk yang digunakan di atas kapal menggunakan jenis motor bakar (*diesel engine*) ataupun mesin uap (*steam engine*). Selama bekerja, mesin induk didukung oleh pesawat-pesawat bantu seperti kompresor udara (*air compressor*), pembuat air tawar (*fresh water generator*), pompa (*pump*), penyaring minyak (*purifier*), pembangkit listrik (*generator engine*) dan lain sebagainya.

Untuk menjalankan mesin induk dibutuhkan udara bertekanan tinggi ataupun *accumulator*. Dalam hal tersebut diatas penulis fokus dengan sistim tekanan udara untuk menjalankan mesin induk tersebut. Untuk menghasilkan udara bertekanan tinggi tersebut tentunya tidak lepas dari peranan pesawat bantu kompresor udara.

Yang mana kompresor udara sendiri terbagi menjadi 3 (tiga) bagian. Antara lain adalah:

1. Kompresor udara bertekanan rendah (1 tingkat tekan)

Yang mana kompresor udara akan menghasilkan tekanan udara $\pm 8 - 10 \text{ Bar}$

2. Kompresor udara bertekanan sedang (2 tingkat tekan)

Yang mana kompresor udara akan menghasilkan tekanan udara $\pm 30 - 35 \text{ Bar}$

3. Kompresor udara bertekanan tinggi (3 tingkat tekan)

Yang mana kompresor udara akan menghasilkan tekanan udara $\pm 150 \text{ Bar}$

Kompresor udara adalah salah satu pesawat yang digunakan untuk memampatkan udara dari tekanan rendah ke tekanan tinggi. Udara yang dimampatkan tersebut ditampung dalam bejana udara dengan tekanan sesuai dengan jenis kompresor itu sendiri.

Dalam penulisan, penulis fokus pada kompresor udara 2 tingkat tekan seperti yang telah dijelaskan diatas. Yang kemudian tekanan udara digunakan sebagai udara tekan untuk menjalankan mesin induk maupun mesin bantu. Didalam pengoperasiannya banyak hal yang sangat mempengaruhi kinerja dari kompresor udara dalam menghasilkan jumlah udara bertekanan dalam waktu tertentu.

Sehubungan dengan banyaknya hal yang mempengaruhi kinerja dari kompresor udara tersebut, maka penulis akan membahas masalah yang dapat ditimbulkan dan dituang dalam makalah yang berjudul:

“OPTIMALISASI KINERJA KOMPRESOR UDARA GUNA MENUNJANG OPERASIONAL DI KAPAL MV. CELEBES”.

Penulis mengambil judul tersebut diatas oleh karena pada saat penulis bekerja diatas kapal MV. CELEBES, kompresor udara tidak bekerja dengan optimal yang ditandai dengan banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk mengisi bejana simpan udara tekan dengan kapasitas 300 liter, Penulis mengadakan penelitian yang nantinya akan dibahas di Bab III. Kurang optimalnya kompresor udara sangat mempengaruhi kelancaran operasional kapal, sehingga upaya untuk mengoptimalkan kerja dan kondisi dari kompresor udara sangat penting untuk dibahas, serta diperlukan

perawatan yang benar dan teratur pada kompresor tersebut, sehingga pada akhirnya dapat membantu kelancaran pengoperasian kapal dan dapat meringankan tugas awak kamar mesin di atas kapal.

Penulis mengalami beberapa permasalahan yang dihadapi untuk kompresor udara selama bekerja di atas kapal MV. Celebes. Diantaranya adalah naiknya suhu didalam silinder sehingga mempengaruhi tekanan udara yang dihasilkan. Permasalahan lain yang dijumpai oleh penulis adalah menyangkut sistim otomatisasi kontrol *start* dan *stop* kompresor udara tersebut.

Menyangkut sistim control tersebut, kompresor udara tidak dapat berhenti (*stop*) pada saat tekanan yang diinginkan sudah dicapai. Sehingga memicu katup pengaman (*safety valve*) bekerja akibat sudah mencapai tekanan maksimal yang diijinkan oleh pembuat.

B. IDENTIFIKASI MASALAH, BATASAN MASALAH, RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Kompresor udara merupakan salah satu pesawat bantu yang berperan penting di dalam pengoperasian kapal. Kerusakan-kerusakan pada kompresor udara harus dapat diperbaiki dengan baik sehingga tidak mengganggu pengoperasian kapal. Kompresor udara yang akan dibahas oleh penulis adalah YANMAR COMPRESSOR *Type* C185, dengan kapasitas pengisian 80 m^3 /jam. Identifikasi masalah yang ditemukan pada kinerja kompresor udara adalah:

- a. Tidak tercapainya waktu yang diperlukan untuk mengisi bejana simpan dengan ukuran 300 liter.
- b. Kompresor udara yang bekerja tidak normal (*abnormal*) sehingga menimbulkan suara yang sangat keras dan getaran.
- c. Tidak normalnya suhu didalam silinder sehingga mempengaruhi suhu udara yang dihasilkan.
- d. Tidak bekerjanya sistim otomatisasi pada saat bejana sudah mencapai tekanan yang diinginkan.
- e. *Elektro motor* penggerak kompresor udara tidak bisa bekerja secara berkelanjutan karena *breaker* selalu *trip*.

- f. Tidak tercapainya tekanan yang diinginkan, tekan tidak cukup

2. Pembatasan Masalah

Oleh karena luasnya masalah yang akan ditimbulkan dari pemahaman judul makalah, maka penulis akan membatasi pembahasan hanya untuk 2 masalah yang sering timbul.

Masalah tersebut dibatasi menjadi:

- a. Tidak normalnya suhu didalam silinder sehingga mempengaruhi suhu udara yang dihasilkan.
- b. Tidak bekerjanya sistim otomatisasi pada saat bejana sudah mencapai tekanan yang diinginkan.

3. Rumusan Masalah

Dari uraian yang sudah di paparkan dalam Identifikasis masalah dan Batasan masalah diatas, maka penulis akan menuangkan masalah tersebut kedalam Rumusan masalah. Antara lain adalah:

- a. Mengapa suhu didalam silinder kompresor udara tidak normal?
- b. Apakah yang menyebabkan sistim otomatisasi pada kompresor udara tidak bekerja?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Dalam pembuatan makalah pada dasarnya untuk mengembangkan pikiran dan pengalaman serta menyangkut berbagai masalah yang terjadi di kapal, khususnya yang berkaitan dengan kompresor udara. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan makalah diantaranya adalah:

- a. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan meningkatnya suhu pada silinder kompresor udara.
- b. Untuk mengetahui hal-hal apa saja yang dapat menyebabkan sistim otomatisasi pada kompresor udara tidak bekerja.

Dari hal tersebut diatas maka dapat disimpulkan tujuan dari penulis adalah agar dapat berbagi ilmu pengetahuan mengenai perawatan maupun perbaikan pada kompresor udara yang dilakukan dengan benar sesuai dengan panduan dari pembuat yang dituangkan didalam buku panduan.

2. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian pada kompresor udara antara lain:

a. Bagi penulis.

Penelitian kompresor udara merupakan kesempatan bagi penulis untuk menerapkan dan menguji teori-teori yang sudah didapat dan menambah pengetahuan penulis tentunya tentang masalah-masalah yang diteliti.

b. Bagi pembaca.

Sebagai pengetahuan dan membantu pembaca dalam meningkatkan perbendaharaan ilmu, serta sebagai acuan untuk melakukan perawatan yang benar sesuai dengan hasil dari penelitian yang berdasarkan dari pendapat-pendapat serta referensi yang didapat oleh penulis.

c. Bagi lembaga pendidikan.

Karya tulis dapat menambah perbendaharaan perpustakaan Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta, dan menjadi sumber bacaan maupun referensi bagi semua pihak yang membutuhkannya.

d. Bagi perusahaan pelayaran.

Dari hasil penelitian kompresor udara diharapkan perusahaan dapat memberikan kebijakan-kebijakan dalam usaha perawatan dan penyediaan suku cadang. Sehingga dapat menekan biaya operasional yang sangat tinggi akibat dari kesalahan-kesalahan perawatan yang tidak sesuai dengan referensi dari pembuat dan pendapat-pendapat dari ahli yang berpengalaman

D. METODE PENELITIAN

Didalam menyusun karya tulis, penulis menggunakan beberapa metode penelitian. Antara lain adalah:

1. Metode pendekatan
 - a. Studi kasus
 - b. Deskriptif kualitatif
2. Teknik pengumpulan data
 - a. Teknik observasi

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Peneliti membuat penelitian kompresor adalah pada saat peneliti bekerja:

1. Kapal : MV. CELEBES
2. Waktu : 4 Januari 2017 s/d 20 Januari 2019
3. Lokasi : *Ship to Ship area* pulau Nipa, Kepulauan Riau

F. SISTEMATIKA PENULISAN MAKALAH

Dalam penyusunan makalah penulis menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. Halaman Judul
2. Halaman Persetujuan
3. Halaman Pengesahan
4. Kata Pengantar
5. Daftar Isi
6. Daftar Tabel
7. Daftar Gambar

BAB I : Pendahuluan

- A. Latar Belakang
- B. Identifikasi, Batasan dan Rumusan Masalah
- C. Tujuan dan Manfaat
- D. Metode Penelitian
- E. Waktu dan Tempat
- F. Sistematika Penulisan Makalah

- BAB II : Landasan Teori
- A. Tinjauan Pustaka
 - B. Kerangka Pemikiran
- BAB III : Analisis dan Pembahasan
- A. Deskripsi Data
 - B. Analisis Data
 - C. Pemecahan Masalah
- BAB IV : Kesimpulan dan Saran
- A. Kesimpulan
 - B. Saran

Daftar Pustaka

Daftar Lampiran

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. Perawatan

Menurut **Lindley R. Higgins dan R. Keith Mobley** (*Maintenance Engineering Handbook, 13th Edition*), yang dimaksud dengan perawatan adalah suatu hal yang dilakukan guna menjaga kondisi suatu benda atau hal agar tetap dalam keadaan baik dan siap untuk digunakan. Dalam hal perawatan harusnya dilakukan observasi dan Analisa-analisa ilmiah juga dibantu dengan referensi dari pembuat, agar dalam melaksanakannya secara teknis tidak terjadi kesalahan-kesalahan yang dapat berakibat kerugian-kerugian material maupun non-material.

2. Pengertian Kompresor Udara

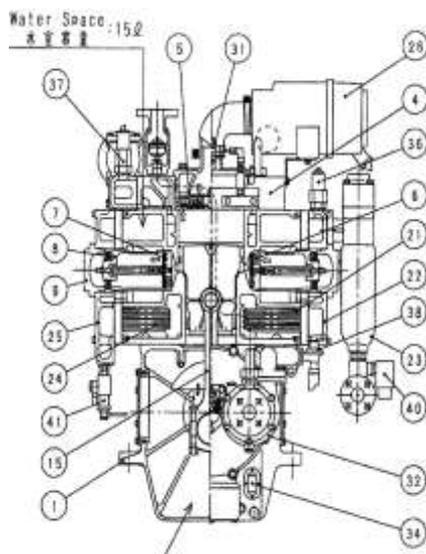
Menurut **Sularso dan Haruo Tahara** (2006:167), kompresor adalah mesin untuk memampatkan udara atau gas. Karena proses pemampatan didalam silinder menjadikan udara yang dihasilkan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan udara ruang yaitu 1 *atm*. Dalam keseharian kita sering memanfaatkan udara mampat baik secara langsung maupun tidak langsung.

Sebagai contoh, udara mampat yang digunakan untuk mengisi ban kendaraan bermotor maupun sepeda kayuh. Udara tekan yang digunakan dibengkel-bengkel guna membersihkan bagian-bagian dari mesin yang sedang dibongkar

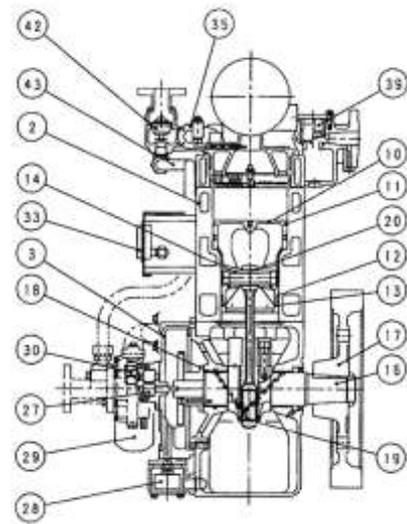
Namun ada pula yang mengisap udara atau gas yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan *atmosfer*. Dalam hal kompresor udara bekerja sebagai penguat (*booster*). Sebaliknya ada pula kompresor yang mengisap gas yang bertekanan lebih rendah dari tekanan *atmosfer*. Dalam hal kompresor udara disebut pompa *vakum*.

Kompresor udara di kamar mesin sebuah kapal merupakan pesawat bantu di kapal. Fungsi kompresor adalah pesawat Bantu yang berfungsi untuk mendapatkan udara kempa yang ditampung didalam bejana udara, untuk udara *start* mesin induk, motor bantu, untuk kebersihan dan juga sebagai *control pneumatic* (L. Sterling,2000).

Kompresor udara di kamar mesin merupakan salah satu pesawat bantu yang ada di atas kapal yang digunakan untuk menghasilkan udara *start* mesin panggerak utama dan motor bantu. Pada umumnya dikapal dipasang dua buah kompresor udara yang mempunyai tujuan jika salah satu kompresor udara ada yang rusak, maka masih ada kompresor udara yang lain yang dapat menggantikannya, sehingga kebutuhan akan udara bertekanan selalu siap ketika dibutuhkan. *Marine Auxiliary Machinery* (H.D McGeorge, 7th Edition)



Gambar 2.2.a Struktur Kompresor Udara



Gambar 2.2.b Struktur Kompresor Udara

Tabel 1.a Keterangan Gambar

1. Crankcase	12. Piston Ring H.P	23. Separator L.P	34. Oil Level Gauges
2. Cylinder	13. Oil Scrapper Ring	24. Aftercooler	35. Water Sight
3. Housing Gear	14. Piston Pin	25. Cover Aftercooler	36. Relief Valve L.P
4. Cylinder Head	15. Connecting Rod	26. Filter Intake	37. D.O H.P
5. Vlve Assy (L.P)	16. Crankshaft	27. Oil Pump	38. D.O C.W
6. D.O (H.P Suct.)	17. Flywheel	28. Oil Strainer	39. Check Valve
7. D.O (H.P Delv.)	18. Main Bearing	29. Oil Filter	40. Solenoid Valve
8. Holder H.P Valve	19. Bearing Crank Pin	30. Cylinder L.O Pump	41. Pneumatic Valve

9. Cover H.P Valve	20. Bush Piston Pin	31. Oil Sight	42. Thermostat
10. Piston	21. Intercooler	32. Pump Assy.	43. By Pass Pipe
11. Piston Ring L.P	22. Cover Intercooler	33. Pressure Gauges	

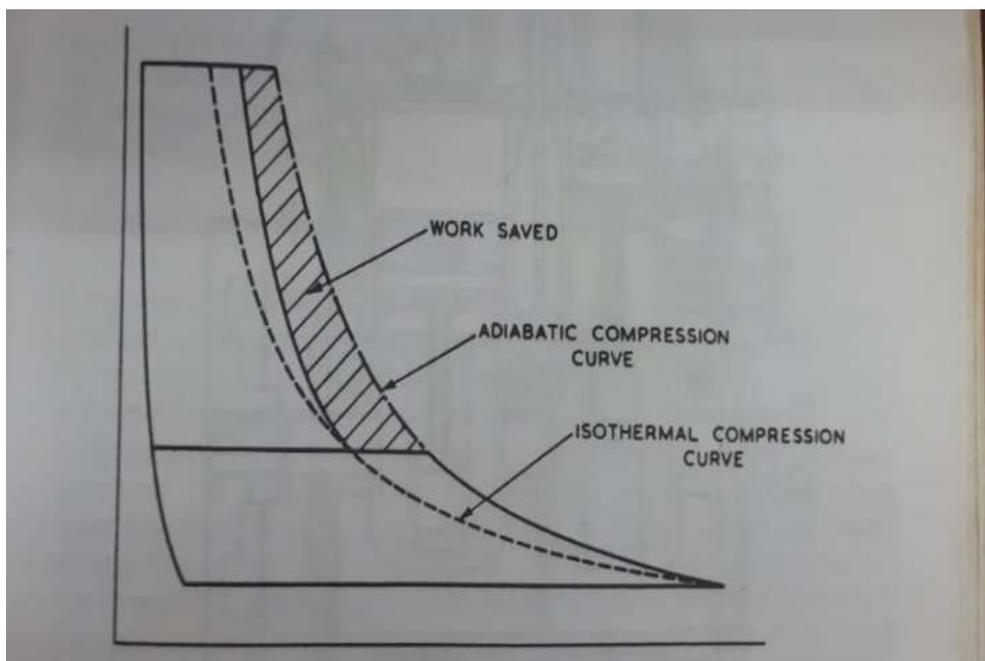
Gambar diatas adalah bentuk dari kompresor udara yang diteliti oleh penulis diatas kapal MV. Celebes. Penulis ingin memberi gambaran secara menyeluruh berdasarkan gambar diatas agar didalam menjelaskan pemecahan masalah didepan agar pembaca dapat lebih memahami apa yang dimaksud oleh penulis.

Perawatan kompresor udara adalah berdasarkan analisa yang membandingkan hasil referensi dari *test record* dari pembuat dengan data-data yang berhasil dirangkum secara berkala oleh peneliti/penulis selama bekerja diatas kapal MV. Celebes.

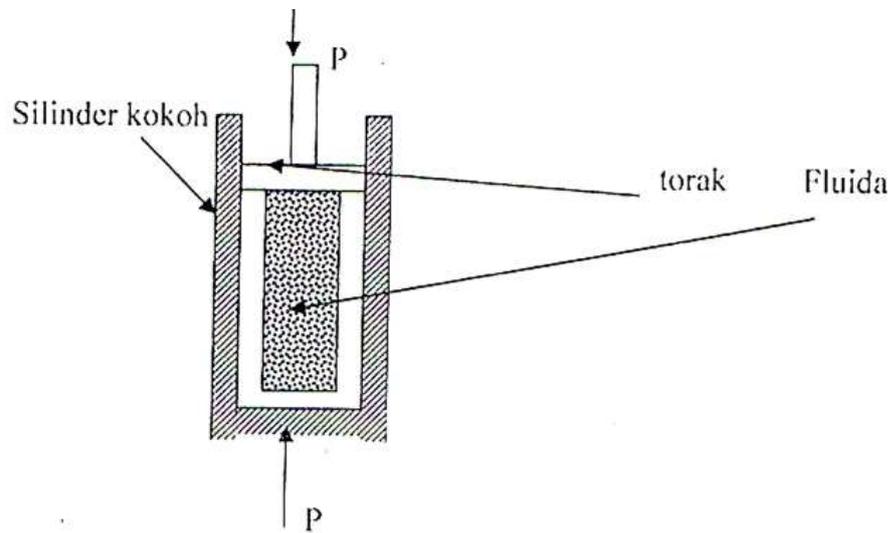
3. Asas Kerja dan Klasifikasi Kompresor

a. Azas Pemampatan Zat

Kompresor pada dasarnya bekerja memampatkan gas. Adapun gas yang bisa dimampatkan bukan hanya gas saja melainkan juga zat padat yang diperlihatkan pada gambar 2.3.a. Benda padat yang dapat dimampatkan dan dapat menyimpan energi, contohnya adalah pegas. Energi regangan akan diperoleh kembali jika pegas diberi kesempatan memuai kedalam semula. Namun energi regangan benda padat tidak mudah disalurkan ketempat lain yang memerlukan.



Gambar 2.3.a Diagram azas pemampatan



Gambar 2.3.b Kompresi Fluida

b. Azas Kompresor

Azas kerja kompresor jika suatu zat di dalam sebuah ruangan tertutup diperkecil isinya, maka gas akan mengalami peningkatan tekanan (*compression*). Adapun pelaksanaannya dalam praktek memerlukan konstruksi seperti diperlihatkan pada gambar 2.3.b. disini digunakan torak yang bekerja bolak-balik didalam sebuah silinder untuk menghisap, menekan, dan mengeluarkan gas secara berulang-ulang. Gas yang ditekan tidak boleh bocor melalui celah antara dinding yang saling bergerak. Alasan digunakan cincin pemampat (*compression ring*) sebagai perapat.

Pada kompresor torak tidak digerakkan dengan tangan melainkan dengan motor melalui poros engkol seperti terlihat pada gambar a.2. katup isap dan katup keluar dipasang pada kepala silinder. Adapun yang digunakan sebagai penyimpan udara dipakai tangki udara. Kompresor dengan torak bergerak bolak-balik disebut kompresor bolak-balik.

Kompresor bolak-balik banyak menimbulkan getaran yang terlalu keras sehingga tidak sesuai untuk beroperasi pada putaran tinggi. Banyak dari kompresor putar (*rotary*) yang dikembangkan dan banyak dipasarkan.

4. Komponen Utama Kompresor

Adapun komponen – komponen utama dari kompresor udara adalah sebagai berikut:

a. *Low pressure suction and delivery valve*

Untuk strukturnya, katup hisap terletak di bagian bawah dan katup pengiriman pada bagian atasnya. Karena daerah di sekitar katup sangat dibutuhkan, maka diperlukan daya angkat yang kecil dari katup. Akibatnya, rotasi kecepatan tinggi dapat dipertahankan tanpa mengurangi efisiensinya. *Low pressure valve* terdiri dari beberapa bagian yang mudah untuk dipisahkan dan diperbaiki.

b. *High pressure suction and delivery valve*

High pressure valve juga terdiri dari beberapa bagian yang mudah untuk dipisahkan dan diperbaiki. Tergantung dari *model* kompresor udara, katup pengisapan dan katup pengiriman terpisah dari *low pressure suction and delivery valve*.

c. *High pressure safety valve*

Katup ini berfungsi untuk mencegah bahaya ketika tekanan udara menjadi terlalu tinggi. Ketika tekanan udara meningkat sekitar 10% dari tekanan maksimal yang diijinkan oleh pembuat, katup bekerja mengeluarkan udara kompresi ke *atmosfer* untuk mencegah tekanan udara terus meningkat. Tekanan kerja dari katup dapat dengan mudah dikontrol dengan mengatur baut yang terdapat pada katup.

d. *Air cooler*

Air cooler berfungsi untuk menyerap panas udara kompresi sehingga kepadatan udara tekan menjadi lebih besar.

e. *Pressure gauge*

Pressure gauge untuk memeriksa apakah katup udara bekerja dengan baik. *Pressure gauge* menunjukkan tekanan sebesar 0.45 Mpa – 0.7 Mpa ketika kompresor udara bekerja dengan normal (2.94 Mpa). Pastikan keran ditutup ketika kompresor udara beroperasi dan buka keran ketika memeriksa *pressure* yang ditunjukkan.

f. *Oil gauge*

Minyak pelumas di dalam *crank case* berfungsi untuk melumasi silinder (daerah tekanan tinggi), *piston, metal, crankpin and main bearing*. Untuk melumasi silinder dan katup udara di daerah *low pressure* digunakan pipa minyak dan konsumsi minyak dapat dilihat dari luar melalui *oil gauge*.

g. *Air filter*

Air filter merupakan komponen pada kompresor yang sangat penting. *Air filter* berfungsi untuk menyaring udara yang akan masuk ke dalam silinder sehingga debu dan kotoran tidak masuk ke dalam silinder. Debu dan kotoran dapat mengakibatkan kerusakan gesekan pada silinder, lengketnya katup, merusak silinder, dan pemakaian yang berlebihan.

h. *Electro Motor*

Electro Motor adalah merupakan penggerak utama kompresor. *Electro Motor* tersebut dihubungkan dengan kompresor udara dengan menggunakan *coupling* maupun dengan *V-belt*.

i. Sistem pelumasan

Sistem pelumasan yaitu pelumasan yang melibatkan semua komponen dalam kompresor yang bergerak. Pelumasan sangat penting karena sangat berpengaruh dalam pengoperasian kompresor.

j. *Cylinder oil*

Cylinder oil berfungsi untuk melumasi piston dan silinder pada saat kompresor beroperasi agar silinder tidak rusak karena gesekan dan tidak terjadi gesekan antar metal yang mengakibatkan panas yang berlebihan. *Cylinder oil* tidak boleh telat dalam pengisian.

k. *Piston*

Piston adalah komponen yang terletak di dalam silinder dan berfungsi untuk mengkompresikan udara sehingga menghasilkan udara bertekanan yang kemudian menuju ke *low pressure valve* dan *high pressure valve*.

1. *Piston ring*

Piston ring merupakan komponen yang digunakan untuk mencegah terjadinya udara lolos dalam silinder dalam proses pemampatan udara.

m. *Connecting rod*

Connecting rod berfungsi sebagai penghubung antara *piston* dan poros engkol.

n. Poros engkol

Poros engkol merupakan komponen yang merubah putaran menjadi langkah yang menyebabkan *piston* bergerak naik turun.

5. Teori Kompresi

a. Hubungan antara tekanan dan *volume*

Jika selama gas, suhu gas dijaga tetap (tidak bertambah panas) maka pengecilan *volume* menjadi $\frac{1}{2}$ kali akan menaikkan tekanan menjadi dua kali lipat. Demikian juga *volume* menjadi $\frac{1}{3}$ kali, tekanan akan menjadi tiga kali lipat dan seterusnya. Jadi secara umum dapat dikatakan sebagai berikut ” jika gas dikompresikan (atau diekspansikan) pada suhu tetap, maka tekanannya akan berbanding terbalik dengan *volume* nya ”. Pernyataan diatas disebut **Hukum Boyle** dan dapat dirumuskan pula sebagai berikut : jika suatu gas mempunyai *volume* V_1 dan tekanan P_1 dan dimampatkan (atau diekspansikan) pada suhu tetap hingga *volume* nya menjadi V_2 , maka tekanan akan menjadi P_2 dimana :

$$\boxed{P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{tetap}} \dots\dots\dots (1)$$

Disini tekanan dapat dinyatakan dalam kgf/cm^2 (atau Pa) dan *volume* dalam m^3 .

b. Hubungan antara suhu dan *volume*

Seperti halnya pada zat cair, gas akan mengembang jika dipanaskan pada tekanan tetap. Dibandingkan dengan zat padat dan zat cair, gas memiliki koefisien muai jauh lebih besar. Dari pengukuran koefisien muai berbagai gas diperoleh kesimpulan sebagai berikut : ” semua macam gas apabila dinaikkan suhunya sebesar 1°C pada tekanan tetap, akan mengalami pertambahan volume sebesar 1/273 dari volume nya pada 0°C. Sebaliknya apabila diturunkan suhunya sebesar 1°C akan mengalami jumlah yang sama. Pernyataan diatas disebut **Hukum Charles**.

c. Kompresi *Isotermal*

Bila suatu gas dikompresikan, ada energi mekanik yang diberikan dari luar pada gas. Energi tersebut diubah menjadi energi panas sehingga suhu gas akan naik jika tekanan semakin tinggi. Namun jika proses kompresi dengan pendinginan untuk mengeluarkan panas yang terjadi, suhu dapat dijaga tetap. Kompresor disebut kompresor *Isotermal* (suhu tetap). Hubungan antara P dan V untuk T tetap dapat diperoleh dari persamaan :

$$\boxed{P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{tetap}} \dots\dots\dots (2)$$

d. Kompresi *Adiabatik*

Yaitu kompresi yang berlangsung tanpa ada panas yang keluar/ masuk dari gas. Dalam praktek proses *adiabatik* tidak pernah terjadi secara sempurna karena *insulation* didalam silinder tidak pernah dapat sempurna pula.

e. Kompresi *Politropik*

Kompresi pada kompresor yang sesungguhnya bukan merupakan proses *Isotermal*, namun juga bukan proses *adiabatik*, namun proses yang sesungguhnya ada diantara keduanya dan disebut Kompresi *Politropik*. Hubungan antara P dan V pada *politropik* ini dapat dirumuskan sebagai :

$$\boxed{P \cdot V^n = \text{tetap}} \dots\dots\dots (3)$$

Untuk n disebut *indek politropik* dan harganya terletak antara 1 (proses *isotermal*) dan k (proses *adiabatik*). Jadi $1 < n < k$. Untuk kompresor

biasanya, $n = 1,25 - 1,4$. yaitu kompresor yang terjadi karena adanya panas yang dipancarkan keluar.

6. Jenis Penggerak

Sebagai penggerak kompresor umumnya dipakai motor listrik atau motor bakar torak. Adapun macam, sifat dan penggunaan masing- masing jenis penggerak tersebut adalah sebagai berikut :

a. Motor Listrik

Motor listrik dapat diklasifikasikan secara kasar atas motor induksi dan motor *synchron*. Motor induksi mempunyai faktor daya efisiensi yang lebih rendah dari pada motor *synchron*. Arus awal motor induksi juga sangat besar. Namun motor induksi sampai 600 kW banyak dipakai karena harganya relatif murah dan pemeliharaannya mudah. Motor induksi ada dua jenis sangkar bajing (*squirrel cage*) dan jenis rotor lilit (*wound rotor*). Untuk saat sekarang jenis motor sangkar bajing lebih banyak dipakai karena mudah pemeliharaannya. Meskipun motor *synchron* mempunyai faktor daya dan efisiensi yang tinggi, namun harganya mahal. Dengan demikian motor hanya dipakai bila diperlukan daya besar dimana pemakaian daya merupakan faktor yang sangat menentukan.

b. Motor Bakar Torak

Motor bakar torak dipergunakan untuk penggerak kompresor bila tidak tersedia sumber listrik ditempat pemasangannya atau bila kompresor tersebut merupakan kompresor *portable*. Untuk daya kecil sampai 5.5 kW dapat dipakai motor bensin dan untuk daya yang lebih besar dipakai motor *diesel*.

c. Transmisi Daya Poros

Untuk mentranmisikan daya dari poros motor penggerak ke poros kompresor ada beberapa cara yaitu dengan cara sebagai berikut :

1) Sabuk V

Keuntungannya adalah pada putaran tinggi kompresor dapat lebih bebas sehingga dapat dipakai motor putaran tinggi. Kerugiannya adalah pada kerugian daya yang disebabkan oleh *slip* antara *pulley* dan sabuk serta kebutuhan ruangan yang lebih besar untuk pemasangan. Cara tersebut dipergunakan untuk kompresor kecil dengan daya kurang dari 75 kW.

2) *Coupling* Tetap

Hubungan dengan *coupling* tetap memberikan efisiensi keseluruhan yang tinggi serta pemeliharaan yang mudah. Namun cara tersebut memerlukan motor dengan putaran rendah dan motor dengan putaran rendah adalah mahal. Karena itu, cara tersebut hanya sesuai untuk kompresor berdaya antara 150 – 450 kW.

3) Rotor Terpadu (*Direct Rotor*)

Rotor terpadu adalah poros engkol kompresor menjadi satu dengan poros motor. Ukuran mesin dapat menjadi lebih ringkas sehingga tidak memerlukan banyak ruang dan pemeliharaannya pun lebih mudah.

4) *Coupling* Gesek

Cara tersebut dipakai untuk menggerakkan kompresor kecil dengan motor bahan bakar torak. Disini motor dapat di *start* tanpa beban dengan membuka hubungan *coupling*. Namun untuk kompresor dengan *fluctuation* momen putar yang besar diperlukan *coupling* yang dapat meneruskan momen putar yang besar pula.

7. Konstruksi Kompresor Torak

Kompresor torak atau kompresor bolak-balik dibuat sedemikian rupa sehingga gerakan putar penggerak semula diubah menjadi gerak bolak-balik pada torak. Gerakan torak akan menghisap torak udara didalam silinder dan memampatkannya.

a. Konstruksi Kompresor Torak

Kompresor torak atau kompresor bolak-balik pada dasarnya dibuat sedemikian rupa hingga gerakan putar dari penggerak mula menjadi gerak

bolak- balik. Gerakan diperoleh dengan menggunakan poros engkol dan batang penggerak yang menghasilkan gerak bolak- balik pada torak.

1) Isap

Bila proses engkol berputar dalam arah panah, torak bergerak ke bawah oleh tarikan engkol. Maka terjadilah tekanan *negative* (di bawah tekanan *atmosfer*) di dalam silinder, dan katup isap terbuka oleh perbedaan tekanan, sehingga udara terhisap.

- a) *Piston* bergerak dari *Top Death Centre (TDC)* ke *Bottom Death Centre (BDC)*
- b) *Intake valve* membuka & *exhaust valve* menutup
- c) Udara luar terisap (karena didalam ruang bakar kekedapannya lebih tinggi)

2) Efisiensi *Volumetrik*

Efisiensi *volumetrik* adalah persentase pemasukan udara yang diisap terhadap *volume* ruang bakar yang tersedia.

3) Kompresi

Bila torak bergerak dari titik mati bawah ketitik mati atas, katup isap tertutup dan udara di dalam silinder dimampatkan.

- a) *Piston* bergerak dari *BDC* ke *TDC*
- b) Kedua *valve* menutup
- c) Udara dikompresikan
- d) Panas (karena ruangnya dipersempit)

4) *Power Stroke*

- a) Gas sisa pembakaran mengembang (ekspansi karena panas, yang menyebabkan gaya dorong)
- b) Kedua *valve* menutup
- c) *Piston* terdorong turun ke *Bottom DeathCentre (BDC)*

5) Keluar atau Buang

Bila torak bergerak keatas, tekanan didalam silinder akan naik, maka katup keluar akan terbuka oleh tekanan udara atau gas, dan udara atau gas akan keluar.

- a) *Piston* bergerak dari *Bottom Death centre (BDC)* ke *Top Death Centre (TDC)*
- b) *Exhaust valve* membuka
- c) Sisa pembakaran terbuang (melalui *exhaust valve & exhaust manifold*)

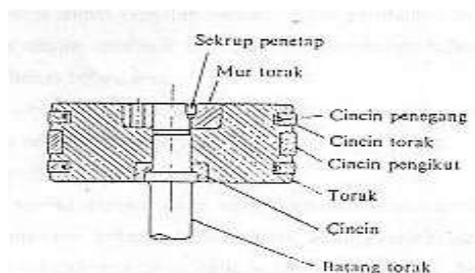
b. Silinder dan Kepala Silinder

Silinder mempunyai bentuk silinder dan merupakan bejana kedap udara dimana torak bergerak bolak- balik untuk menghisap dan memampatkan udara. Silinder harus cukup kuat untuk menahan tekanan yang ada. Untuk tekanan yang kurang dari 50 kgf/cm^2 (4.9 Mpa) umumnya dipakai besi cor sebagai bahan silinder. Permukaan dalam silinder harus di *superfinis* sebab cincin torak akan meluncur pada permukaan. Untuk memancarkan panas yang timbul dari proses kompresi, dinding luar silinder diberi sirip-sirip. Gunanya adalah untuk memperluas permukaan yang memancarkan panas pada kompresor dengan pendinginan udara.

Tutup silinder terbagi atas 2 ruangan, satu sebagai sisip isap dan sebagai sisip keluar. Pada kompresor kerja ganda terdapat tutup atas silinder dan tutup bawah silinder. Sebagai mana pada silinder, tutup silinder harus kuat, maka terbuat dari besi cor dan dinding luarnya diberi sirip-sirip pemancar panas/ selubung air pendingin.

c. Torak dan Cincin Torak

Torak harus cukup tebal untuk menahan tekanan dan terbuat dari bahan yang cukup kuat. Untuk mengurangi gaya *inertia* dan getaran yang mungkin ditimbulkan oleh getaran bolak- balik, harus dirancang seringan mungkin.



Gambar 2.7.a Torak Dari Kompresor Bebas Minyak

Cincin torak dipasang pada alur- alur dikeliling torak dan berfungsi mencegah kebocoran antara permukaan torak dan silinder. Jumlah cincin torak bervariasi tergantung pada perbedaan tekanan antara sisi atas dan sisi bawah torak. Tetapi biasanya pemakaian 2 sampai 4 buah cincin dapat dipandang cukup untuk kompresor dengan tekanan kurang dari 10 kgf/cm^2 . Dalam hal kompresor kerja tunggal dengan silinder tegak, juga diperlukan cincin penyapu minyak yang dipasang pada alur paling bawah dari alur cincin yang lain. Cincin tidak dimaksud untuk mencegah kebocoran udara dan melulu untuk menyeka minyak yang terpercik pada dinding dalam silinder.

d. Alat Pengatur Kapasitas

Kompresor harus dilengkapi dengan alat yang dapat mengatur laju *volume* udara yang diisap sesuai dengan laju aliran keluar yang dibutuhkan yang disebut pembebas beban (*unloader*). Pembebas beban dapat digolongkan menurut azas kerjanya yaitu pembebas beban katup isap, pembebas beban celah katup, pembebas beban *trolel* isap dan pembebas beban dengan pemutus otomatis.

Untuk mengurangi beban pada waktu kompresor di *start* agar penggerak mula dapat berjalan lancar, maka pembebas beban dapat dioperasikan secara *automatic* atau *manual*. Pembebas beban jenis tersebut dapat disebut pembebas beban awal.

Adapun ciri- ciri, cara kerja dan pemakaian berbagai jenis pembebas beban adalah sebagai berikut :

1) Pembebas Beban Katup Isap

Sering dipakai pada kompresor berukuran kecil/ sedang. Jika kompresor bekerja maka udara akan mengisi tanki udara sehingga tekanannya akan naik sedikit demi sedikit. Tekanan disalurkan kebagian bawah katup *pilot* dari pembebas beban. Namun jika tekanan didalam tanki udara naik maka katup isap akan didorong sampai terbuka.

Jika tekanan turun melebihi batas maka gaya pegas dari katup *pilot* akan mengalahkan gaya dari tekanan tanki udara. Maka katup *pilot* akan jatuh, laluan udara tertutup dan tekanan dalam pipa pembebas beban akan sama dengan tekanan *atmosfer*.

2) Pembebas Beban dengan Pemutus Otomatik

Dipakai untuk kompresor yang relatif kecil, kurang dari 7.5 KW. Disini dipakai tombol tekanan (*pressure switch*) yang dipasang ditangki udara. Motor penggerak akan dihentikan oleh tombol pengatur secara otomatis bila tekanan udara dalam tangki udara melebihi batas tertentu. Pembebas beban jenis tersebut banyak dipakai pada kompresor kecil sebab katup isap pembebas beban yang berukuran kecil agak sukar dibuat.

e. Pelumasan

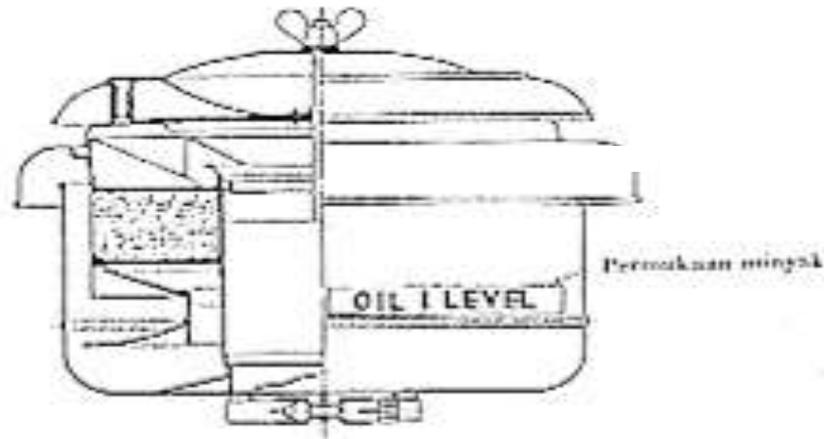
Bagian- bagian kompresor yang memerlukan pelumas adalah bagian- bagian yang saling meluncur seperti silinder, torak, kepala silang, metal- metal bantalan batang penggerak dan bantalan utama.

Tujuannya adalah untuk mengecek kerusakan gesekan, merapatkan cincin torak dan *packing*, mendinginkan bagian- bagian yang saling bergeser dan mencegah karatan. Untuk kompresor kerja tunggal yang berukuran kecil, pelumasan dalam maupun pelumasan luar dilakukan secara bersama dengan cara pelumasan percik atau dengan pompa pelumas jenis roda gigi. Pelumasan percik menggunakan tuas percikan minyak yang dipasang pada ujung besar batang penggerak. Metode pelumasan paksa menggunakan pompa roda gigi yang dipasang pada ujung poros engkol. Kompresor berukuran sedang dan besar menggunakan pelumas dalam yang dilakukan dengan pompa minyak jenis *plunger* secara terpisah.

f. Peralatan Pembantu

1) Saringan Udara

Jika udara yang diisap kompresor mengandung banyak debu maka silinder dan cincin torak akan cepat terjadi pengikisan bahkan terbakar.

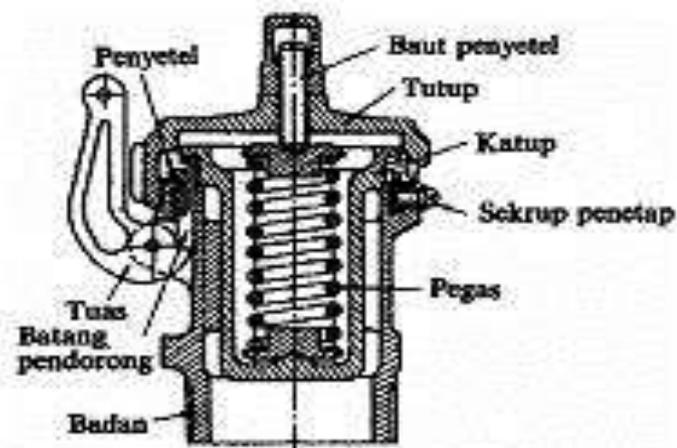


Gambar 2.7.b Saringan Udara

Saringan yang banyak dipakai biasanya terdiri dari tabung-tabung penyaring yang ber *diameter* 10 mm dan panjang 10 mm. Dengan demikian jika ada debu yang terbawa akan melekat pada saringan sehingga udara yang masuk kompresor menjadi bersih.

2) Katup Pengaman

Katup pengaman harus dipasang pada pipa keluar dari setiap tingkat kompresor. Katup harus membuka dan membuang udara keluar jika tekanan melebihi 1.2 kali tekanan normal maksimum kompresor.



Gambar 2.7.c Penampang Katup Pengaman

3) Tangki Udara

Dipakai untuk menyimpan udara tekan agar apabila ada kebutuhan udara tekan yang berubah-ubah jumlahnya dapat dilayani dengan baik dan juga

udara yang disimpan dalam tangki udara akan mengalami pendinginan secara pelan- pelan dan uap air yang mengembun dapat terkumpul didasar tanki.

4) Peralatan Pengaman Lainnya

Kompresor juga mempunyai alat pengaman lainnya untuk menghindari kecelakaan:

- a) Alat penunjuk tekanan *rele* tekanan udara dan *rele* tekanan minyak
- b) Alat petunjuk suhu dan *rele thermal* (untuk suhu udara keluar, suhu udara masuk, suhu air pendingin, suhu minyak, dan suhu bantalan).
- c) *Rele* aliran air, untuk mendeteksi aliran yang berkurang/ berhenti.

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Bentuk kerangka pemikiran yang akan dituangkan oleh penulis dalam skema dibawah menyangkut perawatan kompresor udara tekan adalah didasarkan dari:

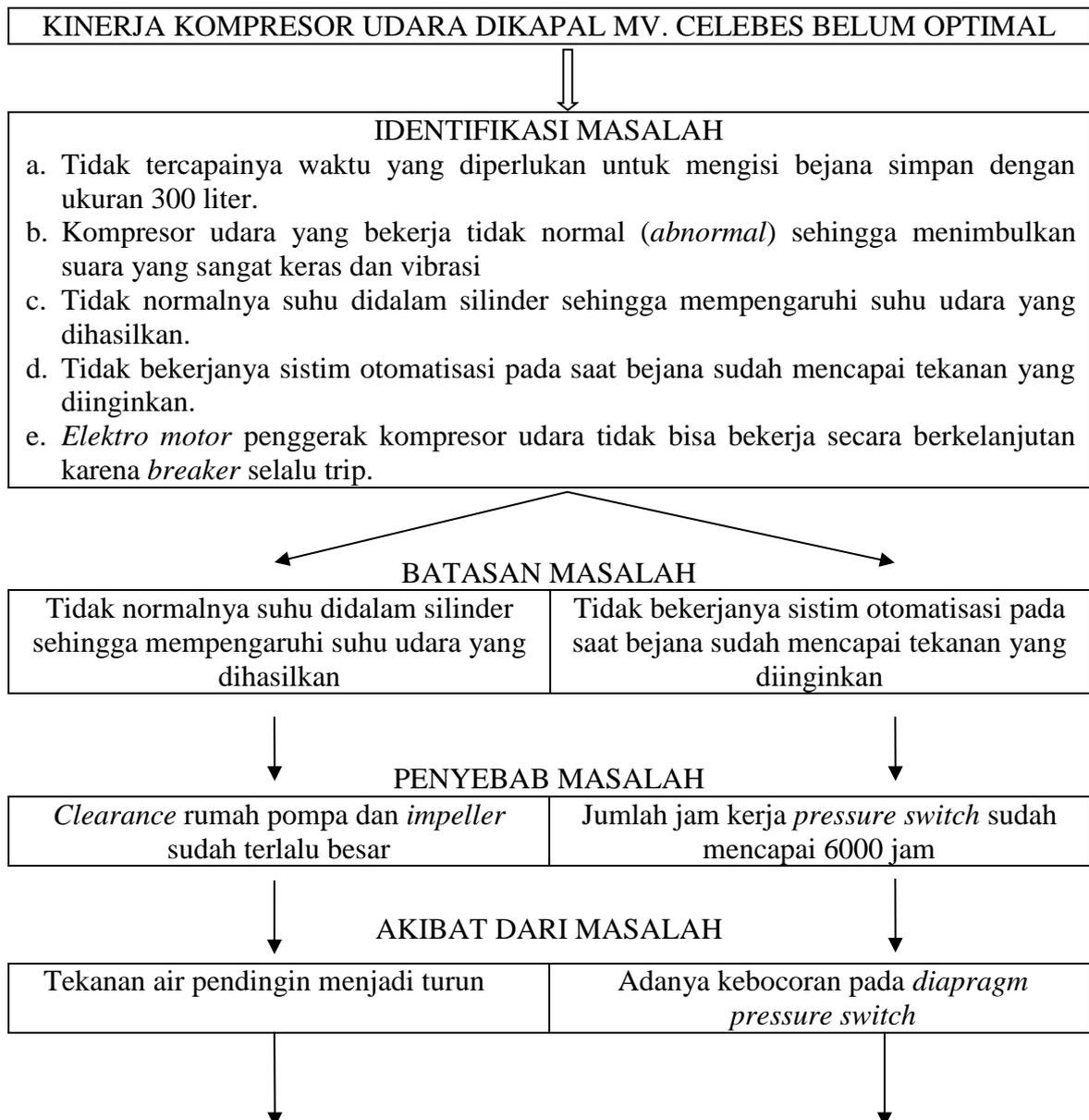
1. Identifikasi masalah yang antara lain adalah:

- a. Butuh waktu yang lama untuk mengisi penuh bejana simpan
- b. Adanya suara yang tidak normal ketika kompresor udara beroperasi
- c. Tidak normalnya suhu didalam silinder sehingga mempengaruhi suhu udara yang dihasilkan
- d. Tidak bekerjanya sistim otomatisasi pada saat bejana sudah mencapai tekanan yang diinginkan
- e. *Breaker Supply* daya untuk penggerak yang selalu trip

2. Dari beberapa masalah yang timbul pada saat pengoperasian kompresor udara tersebut diatas, penulis membatasi masalah tersebut hanya membahas 2 pokok permasalahan:

- a. Tidak normalnya suhu didalam silinder sehingga mempengaruhi suhu udara yang dihasilkan
- b. Tidak bekerjanya sistim otomatisasi pada saat bejana sudah mencapai tekanan yang diinginkan

KERANGKA PEMIKIRAN



Jumlah silinder	: 1
Tekanan kerja	: 2.94 Mpa (29.4 Bar)
Putaran	: 1200 Rpm
Sistim pendingin	: Air Laut (<i>sea water</i>)
Isi silinder	: 1.65 liter
Kapasitas oli	: 8.5 liter
Sistem pelumasan minyak	: - <i>Bearing</i> : Pelumasan langsung oleh pompa
	- <i>1st stage</i> silinder : Pelumasan langsung oleh alat pelumas
Tipe saringan	: Tipe elemen kering

DATA ELECTRO MOTOR

Pembuat	: <i>TAIYO Jpn.</i>
Model	: TIT-180L
<i>Output</i>	: 18.5 kW
Voltase	: 440 V
<i>Ampere</i>	: 33 A
Frekuensi	: 60 Hz

Tanggal 4 Januari 2017 peneliti tiba di kapal MV. CELEBES, kapal sedang berlabuh di perairan pulau Nipa (Kepulauan Riau). Setelah melakukan pengenalan lingkungan

dan berkenalan dengan seluruh awak kamar mesin kapal, peneliti mengajak seluruh awak kamar mesin untuk berkeliling dikamar mesin untuk melakukan *observasi*.

Dan dari hasil observasi peneliti, maka didapatlah hal-hal sebagai berikut:

1. Tidak normalnya suhu didalam silinder sehingga mempengaruhi suhu udara yang dihasilkan.

Kondisi pompa pendingin air yang bekerja tidak optimal dikarenakan *clearance* rumah pompa dan *impeller* pompa sudah sangat besar

2. Tidak bekerjanya sistim otomatisasi pada saat bejana sudah mencapai tekanan yang diinginkan.

Sesuai dengan data yang diperoleh bahwa jam kerja dari *pressure switch* sudah mencapai 6000 jam kerja

B. ANALISIS DATA

1. Tidak normalnya suhu didalam silinder sehingga mempengaruhi suhu udara yang dihasilkan.

Kondisi pompa pendingin air yang bekerja tidak optimal dikarenakan *clearance* rumah pompa dan *impeller* pompa sudah sangat besar, sehingga mengakibatkan turunnya tekanan air pendingin atau dengan kata lain kapasitas air pendingin menjadi turun. Hal tersebut memicu adanya kenaikan suhu didalam ruang silinder.

2. Tidak bekerjanya sistim otomatisasi pada saat bejana sudah mencapai tekanan yang diinginkan.

Sesuai dengan data yang diperoleh bahwa jam kerja dari *pressure switch* sudah mencapai 6000 jam kerja, hal tersebut mengakibatkan terjadinya kebocoran pada *diaphragm pressure switch*. Sehingga tekanan udara menjadi terbuang dan tidak dapat mengangkat tuas dari *switch* tersebut.

C. PEMECAHAN MASALAH

Sesuai dengan pokok permasalahan yang sudah dipaparkan oleh penulis pada BAB sebelumnya, maka penulis mendapat solusi pemecahan masalah berdasarkan data-data yang dihimpun baik secara tertulis maupun secara lisan dari awak kamar mesin yang sudah lebih dulu bekerja dikapal MV. Celebes.

1. Tidak normalnya suhu didalam silinder sehingga mempengaruhi suhu udara yang dihasilkan.

Kondisi pompa pendingin air yang bekerja tidak optimal dikarenakan *clearance* rumah pompa dan *impeller* pompa sudah sangat besar, sehingga mengakibatkan turunnya tekanan air pendingin atau dengan kata lain kapasitas air pendingin menjadi turun. Hal tersebut memicu adanya kenaikan suhu didalam ruang silinder. Untuk pemecahan masalah tersebut maka peneliti melakukan perbaikan atau rekondisi pada pompa pendingin agar pompa pendingin dapat bekerja secara optimal.

Penulis juga mengambil beberapa referensi dari pembuat yang dituangkan dalam bentuk *table* oleh pembuat kompresor udara tersebut.

Table 3.a *Troubleshooting* kompresor udara

No	Problems	Possible causes	Remedies
1	It takes too long for the air pressure to build. The pressure does not rise.	Clogged inlet filter	Clean or replace element.
		Damaged low/high press. air valve	Check, clean or replace.
		Worn or stuck piston ring	Check, repair or replace.
		Air leaks from pipes	Repair.
		Defective operation of release solenoid valve	Check, clean or replace.
2	Large noise or vibration	Foreign matter in the cylinder	Remove foreign matter and repair.
		Damaged or broken low/high press. air valve	Check and replace.
		Incorrectly tightened bolts	Retighten.
		Worn bearings	Replace.
		Too much piston clearance	Check the cylinder, piston and piston rings. Replace as necessary.
3	Frequent build up of carbon on the valves	Poor centering	Readjust.
		Oil consumption is too high. (1) Worn oil ring (2) Too much piston clearance. (3) Too much oil in the crankcase	(1) Replace. (2) Replace the piston or cylinder. (3) Reduce the oil to the specified level.
		Discharge air temp. is too high. (1) Damaged or broken air valve (2) Poor cooling or too little water (3) Defective thermostat operation	(1) Check, repair or replace. (2) Check and clean the cooling jacket, cooler and pump. (3) Check and replace.
		Inappropriate lub. oil	Replace with recommended lub. oil.
		Poorly sealed high press. valve	Overhaul, clean or replace.
4	Low-press. stage safety valve blows.	High press. suc./del. valves reversed	Change them.
		Shutoff valve in the compressed air line is closed	Open the shutoff valve.
5	High-press. stage safety valve blows.	Resistance in compressed air line to air reservoir is too high	Reduce line resistance.
		Incorrect pressure switch setting	Set properly.

No	Problems	Possible causes	Remedies
6	Oil pressure does not rise.	Rotates backwards	Change to normal rotation.
		Incorrect pressure control valve setting	Set properly.
		Clogged oil strainer filter	Clean or replace.
		Lub. oil was not added.	Add lub. oil.
7	Air is mixed with cooling water.	Poorly tightened or loose cylinder head, cooler cover clamping bolt	Retighten. Replace gaskets.
		Air leaks from cooler	Check and replace the cooler.
8	Cloudy (emulsified) lubricating oil	Poor installation environment (high temperature or humidity)	Ventilate well.
		Supercooled compression (1) Cooling water inlet temperature is too low. (2) Too much cooling water is supplied. (3) Cooling water flows when compressor stops. (4) The ventilation air from the duct flows directly over the compressor.	(1) Raise the cooling water inlet temperature. (2) Adjust the amount of cooling water. (3) Stop the water flow when the compressor stops. (4) Change the duct direction.
		Short, intermittent operation	Extend the operating time.
		Cooling water leaks	Find the leaks and repair.
		Insufficient ventilation in the crankcase	Check if breather is clogged.
		Drain is not discharged smoothly. (1) Defective operation of drain discharge solenoid valve (2) There is too much drain. (3) Drain pipe resistance is too high.	(1) Check and repair or replace. Check the electrical circuit. (2) Reduce the operating interval for the solenoid valve intermittent time. (3) Shorten the drain pipe and discharge into the air.

Table 3.a diatas adalah salah satu referensi peneliti dalam melakukan penulisan makalah ini. Table diatas didapat penulis dari pembuat kompresor udara.

Untuk permasalahan yang pertama yang akan dibentangkan oleh peneliti adalah menyangkut “tingginya suhu didalam silinder kompresor udara sehingga mempengaruhi suhu produksi udara tekan” yang terjadi pada kompresor udara No. 2. Berikut data-data yang dapat dirangkum oleh penulis sebagai referensi:

1. Suhu air masuk pendingin : 28.5 °C
2. Suhu air keluar pendingin : 42.0 °C
3. Suhu minyak lumas : 60 °C
4. Tekanan minyak lumas : 0.40 Mpa (4.0 Bar)
5. Observasi visual air pendingin keluar : Kecil (sedikit)
6. Observasi kondisi *intercooler* : Kotor, banyak jelaga
7. Waktu pengisian 0-29.4 Bar : 17 menit

Sedangkan untuk pemeriksaan kompresor udara No. 1 oleh peneliti, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Suhu air masuk pendingin : 28.5 °C
2. Suhu air keluar pendingin : 34.0 °C
3. Suhu minyak lumas : 56 °C
4. Tekanan minyak lumas : 0.43 Mpa (4.3 Bar)
5. Observasi visual air pendingin keluar : Banyak
6. Observasi kondisi *intercooler* : Bersih
7. Waktu pengisian 0-30 Bar : 8 menit

Sedangkan data yang diperoleh oleh peneliti dari hasil tes yang dilakukan pada saat kapal selesai *docking* adalah sebagai berikut:

Kompresor udara No. 1

1. Suhu air masuk pendingin : 28.0 °C
2. Suhu air keluar pendingin : 32.5 °C
3. Suhu minyak lumas : 55 °C
4. Tekanan minyak lumas : 0.44 Mpa (4.4 Bar)
5. Observasi visual air pendingin keluar : Tidak ada data

- | | |
|---|------------------|
| 6. Observasi kondisi <i>intercooler</i> | : Tidak ada data |
| 7. Waktu pengisian 0-30 Bar | : 6.04 menit |

Kompresor udara No.2

- | | |
|--|----------------------|
| 1. Suhu air masuk pendingin | : 28.0 °C |
| 2. Suhu air keluar pendingin | : 32.0 °C |
| 3. Suhu minyak lumas | : 56 °C |
| 4. Tekanan minyak lumas | : 0.44 Mpa (4.4 Bar) |
| 5. Observasi visual air pendingin keluar | : Tidak ada data |
| 6. Observasi kondisi <i>intercooler</i> | : Tidak ada data |
| 7. Waktu pengisian 0-30 Bar | : 6.14 menit |

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis ketika bekerja di atas kapal MV. Celebes, peneliti menemukan fakta-fakta yang terjadi di lapangan. Yang mana fakta tersebut disebabkan oleh beberapa factor yang menyebabkan kompresor udara tidak dapat bekerja dengan optimal.

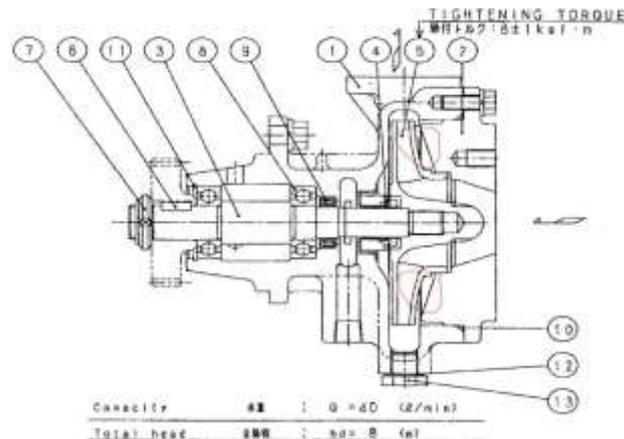
Berdasarkan dari Analisa data-data yang didapat dalam pembahasan di atas maka peneliti memulai pemeriksaan pada tahap awal, yaitu membongkar saringan utama dari *sea chest*. Berdasarkan observasi ternyata saringan awal dalam kondisi bersih. Pada saat rumah saringan dalam keadaan terbuka, peneliti mencoba untuk membuka kran distribusi dari air laut untuk mengetahui apakah terjadi penyumbatan pada jalur pipanya. Dan didapatlah tekanan air yang sangat kuat dari luar. Hanya untuk memastikan, dan selanjutnya peneliti menutup kembali kran distribusi sambil memastikan tidak ada kebocoran pada katup setelah ditutup.

Setelah memastikan bahwa tidak terdapat masalah pada sistem saringan, selanjutnya peneliti melepaskan sambungan *flange* pada jalur air masuk ke pompa pendingin. Dan sekali lagi peneliti membuka kran distribusi agar dapat memastikan bahwa di jalur pipa sampai ke pompa tidak terjadi penyumbatan. Setelah melihat hasil tekanan air yang keluar dari ujung pipa, maka peneliti sudah cukup yakin kalau didalam jalur pipa distribusi tidak terjadi penyumbatan.

Semua percobaan dilakukan adalah untuk memastikan bahwa di jalur pipa tidak terjadi penyumbatan, sebelum peneliti memutuskan untuk membongkar pompa pendingin. Yang mana apabila membongkar pompa pendingin duluan dan

ternyata hanya penyumbatan jalur pipa adalah penyebabnya, maka peneliti sudah rugi pada penggantian suku cadang pompa tersebut. Seperti *gasket* ataupun *seal* pompa.

Selanjutnya peneliti melakukan pembongkaran pompa pendingin. Setelah pompa pendingin terbongkar dan didapatlah adanya *pump cover* yang terdapat didepan *impeller* pompa tersebut sudah tipis dan hampir berlubang akibat dari korosi air laut.



Gambar 3.3.a Konstruksi pompa pendingin

Table 3.b Keterangan Gambar

1. <i>Casing</i>	8. <i>Ball bearing</i>
2. <i>Cover</i>	9. <i>Oil seal</i>
3. <i>Shaft</i>	10. <i>O-Ring</i>
4. <i>Mechanical seal Assy.</i>	11. <i>Retaining ring (C type)</i>
5. <i>Impeller</i>	12. <i>Packing</i>
6. <i>Key</i>	13. <i>Plug</i>
7. <i>Lock nut</i>	

Berdasarkan gambar yang dipapar diatas, maka dapat dilihat bahwa *cover* pompa yang menutupi seluruh bagian *impeller* berperan sangat penting untuk memberikan daya tekan pada air pendingin. Dari referensi yang diberikan dari pembuat, *clearance* antara sisi *impeller* dengan *cover* pompa yang masih baru adalah 2 mm, dan untuk pemakaian dalam jangka waktu yang lama pasti akan terjadi penyusutan bahan.

Setelah dilakukan pengukuran *clearance*, didapatlah *clearance* antara *impeller* dan *cover* pompa adalah rata-rata 4.5 mm. Pengukuran dilakukan pada lingkaran merah yang terdapat di gambar 3.3.a.

Menurut data yang didapat dari catatan buku jurnal harian permesinan, jam kerja pompa pendingin sudah mencapai 5763 jam. Peneliti mencari referensi data dari buku panduan yang di buat oleh pabrik maka didapatlah referensi untuk *Overhaul* adalah setelah 6000 jam kerja.

Berdasarkan dari referensi buku panduan tersebut maka peneliti mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan menyeluruh (*overhaul*) setelah berdiskusi dengan pihak manajemen operasional.

Peneliti melakukan pemeriksaan pada setiap bagian dari pompa pendingin tersebut. Setelah pemeriksaan dan pengukuran, maka didapatlah keputusan bagian-bagian yang harus diganti. Antara lain:

1. *Cover* (No. 2 pada gambar)
2. *Mechanical seal* (No. 4 pada gambar)
3. *Oil seal* (No. 9 pada gambar)
4. *Ball bearing* (No. 8 pada gambar)

Setelah melakukan pemeriksaan suku cadang di daftar suku cadang, ternyata ada 1 bagian yang tidak tersedia di Gudang. Barang tersebut adalah *cover* pompa. Dikarenakan tidak tersedianya suku cadang diatas kapal dan masih harus menunggu pengiriman suku cadang yang sudah tentu memakan waktu yang cukup lama, maka peneliti memutuskan untuk melakukan rekondisi untuk *cover* pompa tersebut.

Untuk melakukan rekondisi yang baik, maka *cover* pompa tersebut dibersihkan dari kotoran terutama minyak pada permukaan yang akan direkondisi. *Cover* dicuci dengan *chemical* yang disebut *degreaser*. Setelah dibersihkan dengan menggunakan *degreaser*, *cover* tersebut dicuci lagi dengan air sabun dan dibilas sampai benar-benar bersih.

Rekondisi permukaan *cover* pompa dilakukan dengan menggunakan jenis *epoxy plastic steel merk Belzona*. Campurkan 2 jenis bahan *plastic steel* tersebut dengan perbandingan 3 bagian *resin* dan 1 bagian *hardener*, aduk hingga merata kedua

campuran tersebut. Campuran dibuat secukupnya untuk menutupi/melapisi permukaan *cover* pompa.

Setelah diaduk rata, tempelkan merata pada permukaan *cover* pompa sehingga menutupi bagian-bagian yang korosi dan dibuat setebal sisi tepi *cover* yang masih utuh. Biarkan campuran tersebut mengering dengan sempurna, yang mana sesuai dengan instruksi dari *Belzona* membutuhkan waktu ± 90 menit.

Menunggu campuran tersebut kering dengan sempurna, peneliti melanjutkan dengan merakit kembali bagian-bagian pompa sesuai dengan letaknya. Setelah campuran mengering dengan sempurna, maka dilakukan pengukuran ulang guna mendapatkan *clearance* 2 mm antara *impeller* pompa dengan *cover* pompa. Pada saat pengukuran, terdapat beberapa sisi permukaan yang menonjol sehingga *clearance* kurang dari 2 mm. Untuk bagian permukaan yang terdapat benjolan dilakukan pengikisan dengan kikir untuk mendapatkan *clearance* 2 mm.

Setelah selesai pengukuran ulang, selanjutnya *cover* dipasang kembali. Pompa pendingin dipasang kembali sesuai dengan letak awalnya dan dilakukan *allignment* agar tidak terjadi getaran pada saat berputar.

Berdasarkan dari Analisa yang dilakukan oleh peneliti terkait penyebab terjadinya kenaikan suhu disilinder, peneliti mencoba memasang sebuah *vacuum gauges* dan *pressure gauges* guna memonitor tekanan air pendingin dan performa pompa air pendingin. *Vacuum gauges* dipasang pada sisi air masuk ke pompa, *gauges* dipasang dengan mengelas sebuah koneksi ulir pada jalur pipa air masuk. Begitu juga dengan *pressure gauges* dipasang pada jalur pipa air keluar dari pompa dengan cara yang sama seperti *vacuum gauges*.

Pembersihan *aftercooler* dilakukan dengan cara mencuci menggunakan *chemical degreaser*.

Seluruh proses perbaikan yang dilakukan diatas membutuhkan waktu ± 9 jam. Dan setelah semua proses perakitan selesai, peneliti melakukan percobaan operasional kompresor udara. Waktu kompresor udara dijalankan terbaca tekanan

air pendingin sebesar 1.8 Bar. Dan observasi visual terlihat tekanan air pendingin keluar cukup baik.

Dari hasil percobaan yang dilakukan pada kompresor udara No. 2 setelah dilakukan perawatan dan perbaikan, maka didapatkan data parameter sebagai berikut:

1. Suhu air masuk pendingin : 28.5 °C
2. Suhu air keluar pendingin : 33.0 °C
3. Suhu minyak lumas : 56 °C
4. Tekanan minyak lumas : 0.43 Mpa (4.3 Bar)
5. Observasi visual air pendingin keluar : Banyak
6. Observasi kondisi *intercooler* : Bersih
7. Waktu pengisian 0-29.4 Bar : 8.4 menit
8. Tekanan air pompa pendingin : 1.8 Bar

Perbandingan dengan data yang diperoleh sebelumnya terlihat perbedaan yang signifikan baik dari waktu pengisian maupun untuk bacaan parameter.

Referensi pembanding dari data sebelumnya bisa dilihat dibawah:

1. Suhu air masuk pendingin : 28.5 °C
2. Suhu air keluar pendingin : 42.0 °C
3. Suhu minyak lumas : 60 °C
4. Tekanan minyak lumas : 0.40 Mpa (4.0 Bar)
5. Observasi visual air pendingin keluar : Kecil (sedikit)
6. Observasi kondisi *intercooler* : Kotor, banyak jelaga
7. Waktu pengisian 0-29.4 Bar : 17 menit

Suhu udara yang masuk kedalam bejana simpan menjadi lebih stabil, dikarenakan tidak terjadi pemuaian udara akibat dari suhu yang tinggi. Jikapun ada penurunan tekanan didalam bejana simpan setelah 30 menit pengisian tidak lebih dari 1.5 Bar.

Dengan kata lain, pompa pendingin sudah dapat bekerja secara optimal setelah melakukan perbaikan atau rekondisi.

2. Tidak bekerjanya sistim otomatisasi pada saat bejana sudah mencapai tekanan yang diinginkan.

Sesuai dengan data yang diperoleh bahwa jam kerja dari *pressure switch* sudah mencapai 6000 jam kerja, hal tersebut mengakibatkan terjadinya kebocoran pada *diaphragm pressure switch*. Sehingga tekanan udara menjadi terbuang dan tidak dapat mengangkat tuas dari *switch* tersebut. Untuk pemecahan masalah sistim otomatisasi *pressure switch*, penulis melakukan penggantian suku cadang yang baru agar sistim otomatisasi kompresor udara dapat bekerja secara optimal.

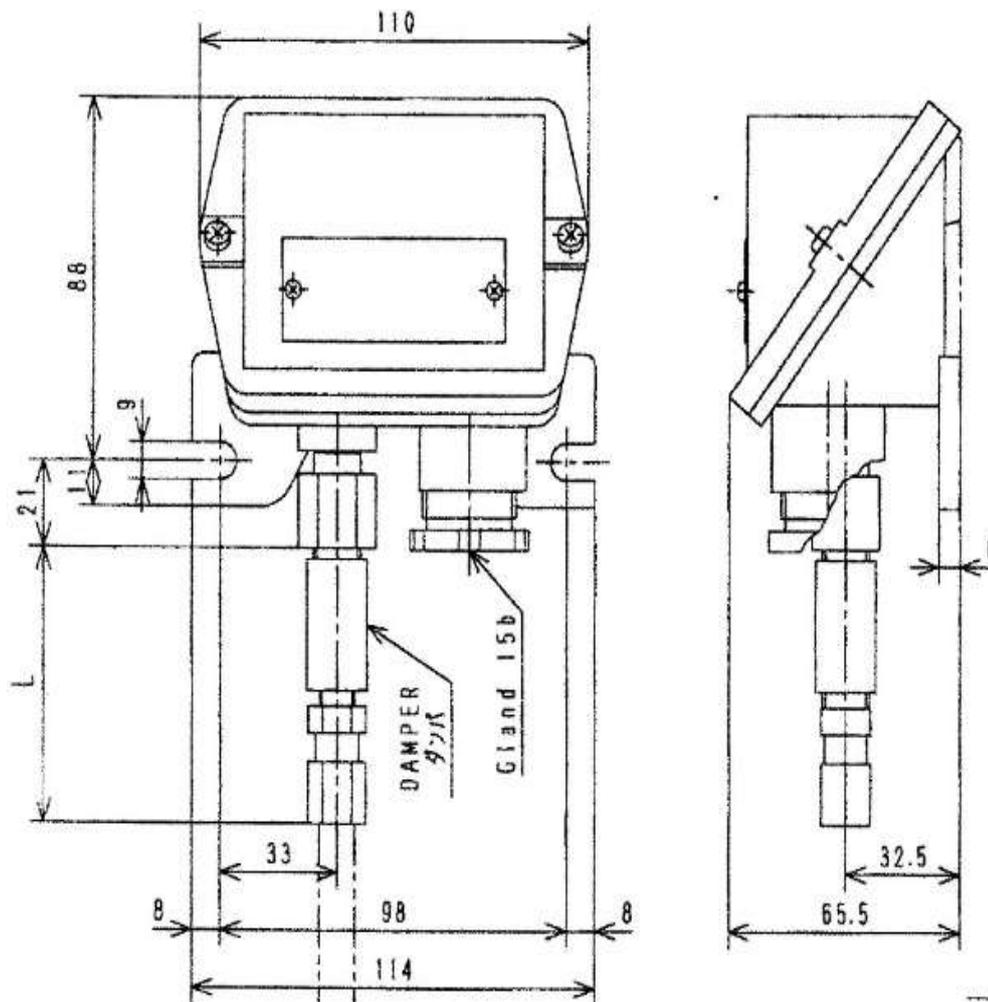
Selanjutnya peneliti akan membahas pemecahan masalah yang kedua, adalah “tidak bekerjanya fungsi otomatis dari kompresor udara”. Hal tersebut terjadi pada kompresor udara No. 1.

Sesuai dengan penjelasan pada BAB I, bahwa kompresor udara No. 1 tidak pernah digunakan dalam kurun waktu lebih dari 4 bulan. Kompresor udara No. 1 mempunyai masalah kontrol otomatisnya yang tidak berfungsi. Pada saat tekanan udara sudah mencapai pada angka 30.0 *Bar* seharusnya secara otomatis kompresor udara akan berhenti mengisi, tetapi kenyataannya kompresor udara terus jalan dan mengisi bejana simpan sampai mencapai angka 34.0 *Bar*. Yang mana pada tekanan 34.0 *Bar* tersebut, *safety valve* akan bekerja dan dengan sendirinya akan membuang kelebihan tekanan udara agar tidak merusak bejana simpan.

Dikarenakan peneliti melihat ada sistim otomatisasi yang tidak bekerja pada kompresor udara No. 1, pertama-tama peneliti memeriksa seluruh jalur pipa distribusi udara tekan dari mulai kompresor udara sampai ke bejana simpan. Dikarenakan suara yang kebisingan yang tinggi dikamar mesin, maka peneliti menggunakan metode “busa” untuk melakukan pemeriksaan kebocoran pada jalur pipa distribusi. Yang mana busa lembut yang sudah dibasahi dengan air sabun membungkus secara berkesinambungan seluruh jalur pipa.

Hal tersebut dilakukan dengan maksud apabila terdapat kebocoran pada jalur pipa, maka akan terjadi penumpukan gelembung udara dari air sabun tersebut. Setelah memastikan tidak adanya kebocoran pada jalur pipa distribusi udara tekan, maka peneliti melanjutkan pemeriksaan pada sistim kontrol otomatis. *Pressure switch*

untuk *start* dan *stop* kompresor udara adalah alat yang digunakan untuk menciptakan sistem otomatis pada kompresor udara.



Gambar 3.3.b Konstruksi *Pressure Switch*

Yang diperlihatkan pada gambar 3.3.b diatas adalah bentuk *pressure switch* secara skema. Dimana terlihat sebuah koneksi untuk udara bertekanan dan satu buah *cable gland* yang digunakan untuk kabel *power control*.

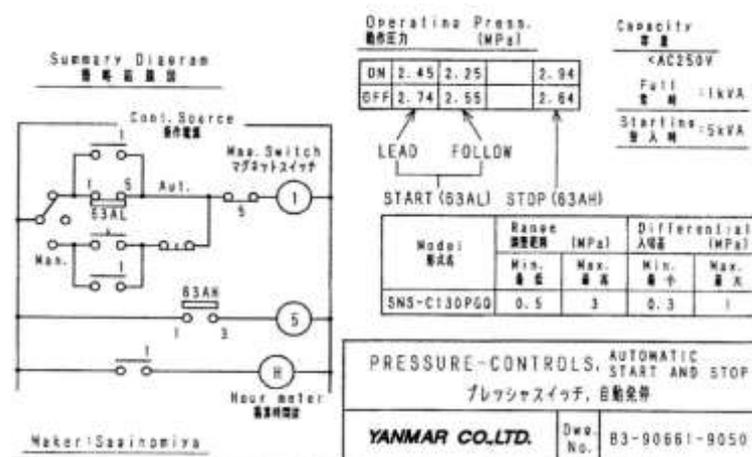


Gambar 3.3.c *Pressure Switch*

Setelah membuka *cover pressure switch* (gambar 3.3.c), peneliti langsung menemukan adanya sedikit cairan minyak yang tercampur dengan air pada bagian yang terlingkar warna kuning. Itu menandakan ada kebocoran pada sisi *diaphragm pressure switch*.

Diaphragm tersebut berfungsi untuk menjadi pembatas sekaligus penahan udara bertekanan yang dialirkan kedalam sistim dari pada bocor. Oleh karena dasar dari bahan *diaphragm* terbuat dari karet, dengan mudahnya bisa mengikuti gerakan tuas didalam *switch* yang dapat bergerak naik dan turun. Pada tuas tersebut terdapat pegas yang berfungsi sebagai tolak ukur besarnya tekanan yang masuk.

Secara kelistrikan maka *pressure switch* akan digambarkan seperti gambar dibawah:



Gambar 3.3.d Diagram listrik otomatisasi Kompresor udara

Setelah peneliti menemukan permasalahan yang mengakibatkan kompresor tidak dapat dioperasikan secara otomatis, peneliti mencari suku cadang didalam daftar inventori. Tetapi peneliti tidak menemukan adanya suku cadang yang diperlukan. Dari kejadian tersebut hanya penggantian satu set *pressure switch* adalah hal yang dilakukan oleh peneliti.

Setelah peneliti mendapatkan suku cadang *pressure switch* yang baru, peneliti melakukan penggantian. Dikarenakan *pressure switch* yang baru merupakan suku cadang yang bersifat umum, maka suku cadang tersebut harus dilakukan penyetelan sesuai dengan referensi dari buku panduan. Referensi dari buku panduan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) *Cut Off set* : 30.0 Bar
- 2) *Range* : 9.0 Bar

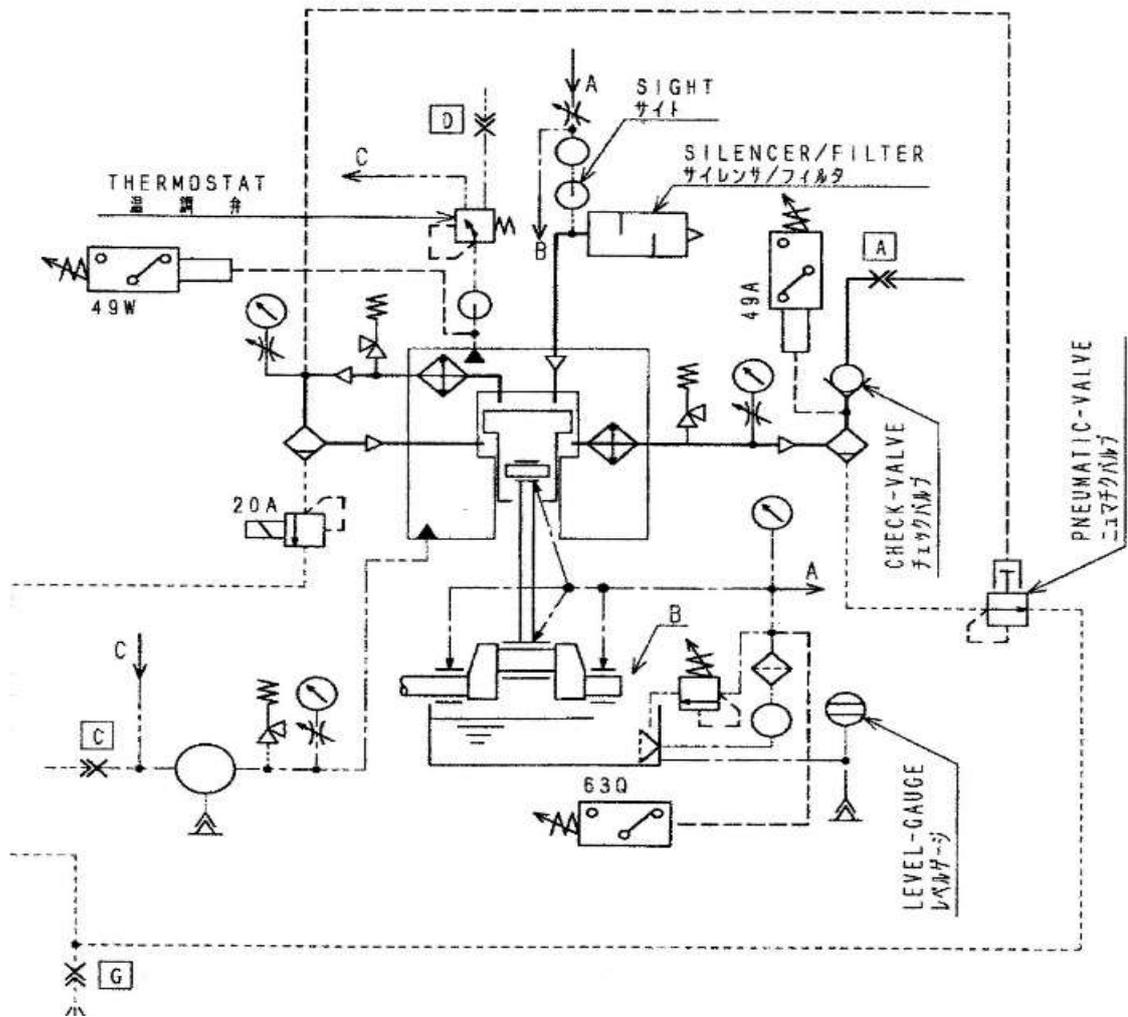
Yang mana menjelaskan bahwa sistim catu daya akan terputus pada saat tekanan didalam bejana simpan mencapai 30.0 Bar, dan dengan selisih bacaan tekanan 9.0 Bar maka sistim catu daya akan tersambung pada saat tekanan dalam bejana simpan turun sampai tekanan 21.0 Bar. Maka kompresor udara akan bekerja sehingga tekanan dalam bejana mencapai 30.0 Bar. Begitulah seterusnya sistim otomatisasi ini bekerja



Gambar 3.3.e Pressure Switch yang baru

Guna melengkapi pembahasan untuk penelitian masalah kompresor udara, maka penulis melampirkan sebuah gambar (gambar 3.3.e) diagram dasar untuk distribusi udara tekan. Didalam gambar tersebut dapat dilihat bagaimana pendistribusian udara tekan dari mulai isapan sampailah produksi udara bertekanan yang akan disimpan dalam bejana.

Dimana untuk sistim pendingin dan sistim pelumasan juga dijelaskan secara rinci didalam gambar. Sesuai dengan referensi yang terlampir pada gambar berikut.



Gambar 3.3.f Diagram distribusi udara

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari uraian-uraian permasalahan yang penulis paparkan pada bab-bab sebelumnya, bahwa dalam menjaga kompresor udara tetap dapat bekerja secara optimal, maka dilakukanlah perbaikan-perbaikan yang antara lain adalah:

1. Tidak normalnya suhu didalam silinder sehingga mempengaruhi suhu udara yang dihasilkan.

Kondisi pompa pendingin air yang bekerja tidak optimal dikarenakan *clearance* rumah pompa dan *impeller* pompa sudah sangat besar, sehingga mengakibatkan turunnya tekanan air pendingin atau dengan kata lain kapasitas air pendingin menjadi turun. Hal tersebut memicu adanya kenaikan suhu didalam ruang silinder.

2. Tidak bekerjanya sistim otomatisasi pada saat bejana sudah mencapai tekanan yang diinginkan.

Sesuai dengan data yang diperoleh bahwa jam kerja dari *pressure switch* sudah mencapai 6000 jam kerja, hal tersebut mengakibatkan terjadinya kebocoran pada *diaphragm pressure switch*. Sehingga tekanan udara menjadi terbuang dan tidak dapat mengangkat tuas dari *switch* tersebut.

B. SARAN

Setelah melihat uraian pada Bab diatas, maka penulis melihat begitu pentingnya kinerja dari kompresor udara tersebut diatas kapal MV. Celebes. Sehingga penulis akan memberikan beberapa saran yang sekiranya berguna untuk pembaca tulisan yang di buat oleh penulis untuk dikemudian hari.

Saran-saran tersebut antara lain adalah:

1. Lakukan perbaikan atau rekondisi pada pompa pendingin kompresor udara seandainya terjadi penurunan tekan air pendingin agar dapat menunjang kelancaran operasional dikapal MV. Celebes
2. Lakukan penggantian suku cadang sekiranya terjadi kebocoran pada diaphragm pressure switch jika jam kerja pressure switch tersebut sudah mencapai 6000 jam kerja.

Demikianlah pemaparan penyelesaian masalah yang dapat dijelaskan oleh peneliti sesuai dengan kejadian yang pernah dialami oleh penulis selama bekerja diatas kapal MV. Celebes dalam kurun waktu Januari 2017 sampai Januari 2019

DAFTAR PUSTAKA

YANMAR CO. LTD, *Engineering department (TSUKAGUCHI), Development Department. (Japan, 2007)*

Higgins, Lindley R., Mobley, R. Keith *Maintenance Engineering Handbook (13th Edition)*

Sularso, Tahara, Haruo. *Marine Auxiliary Machinery (2006 ; 167)*

MATSHUBARA *Air Compressor Manual Book (2007)*

Sterling, L., C.Eng. M.I.Mar.E *Engineer Repairing and Maintenance Guides (1976:8)*

Hill, McGraw, *Series in Mechanical Engineering (2012 : 11th Edition)*

Arindya, Radita, S.T, M.T, *Penggunaan Dan Pengaturan Motor Listrik (2013 : 1)*

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *SHIP PARTICULAR MV. CELEBES*
- Lampiran 2 *YANMAR Air Compressor Test Report (Manufacture)*
- Lampiran 3 *Pump, Cooling Water, Volute Type*
- Lampiran 4 *Pressure Control Start and Stop*