KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

UPAYA MENGATASI KENDALA KOMPRESOR UDARA GUNA MENUNJANG PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI KAPAL MV.TANTO RAYA

Oleh :

IKHSANNU FITRA
NRP. 14.7921/T

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2018

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

UPAYA MENGATASI KENDALA KOMPRESOR UDARA GUNA MENUNJANG PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI KAPAL MV.TANTO RAYA

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan

Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV

Oleh :

IKHSANNU FITRA

NRP: 14.7921 / T

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV

JAKARTA

2018

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	**:**	**Ikhsannu Fitra**
NRP	**:**	**14.7921/T**
Program Pendidikan	**:**	**Diploma IV**
Program Studi	**:**	**Teknika**
Judul	**:**	**Upaya Mengatasi Kendala Kompresor Udara Guna Menunjang Pengoperasian Mesin Induk Di Kapal MV.TANTO RAYA**

Jakarta, Agustus 2018

Pembimbing I	**Pembimbing II**
Drs.EDWARD ARSANOVA.MM,M.Eng	**ZULNASRI,SH.MH** **Pembina (IV/a)** **NIP. 19570225 197903 1 001**

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika

NAFI ALMUZANI,M.M.TR
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720901 200502 1 001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN

BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	**:**	**DAMAI MARUS MOHEDE**
No.Induk Siswa	**:**	**14.7957 / T**
Program Pendidikan	**:**	**DIPLOMA IV**
Program Studi	**:**	**TEKNIKA**
Judul	**:**	**OPTIMALISASI PERAWATAN PADA BURNER AUXILARY BOILER GUNA MEMPERLANCAR OPERASIONAL DI ATAS KAPAL MV. ULTRA ALPHA**

Jakarta, Agustus 2018

Pembimbing I	**Pembimbing II**
Buswan, M.Pd	**Herwin Nasution, SH.,MH**
Penata tk.1 (III/d)	**Pembina tk.1 (IV/b)**
NIP.19680203 199709 1 001	**NIP.19550807 198102 2 001**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknika

Nafi Almuzani, M.M.Tr
PenataTk.I(III /d)
NIP. 19720901 200502 1 011

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayahnya, maka penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik guna untuk memenuhi persyaratan kurikulum program Diploma IV yang diselenggarakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.

Dalam memenuhi tugas akhir ini, saya mengajukan skripsi dengan judul

”UPAYA MENGATASI KENDALA KOMPRESOR UDARA GUNA MENUNJANG PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI KAPAL MV. TANTO RAYA”

Judul ini saya pilih karena berdasarkan pengalaman dan pengamatan selama saya praktek laut (Prala) di kapal MV. TANTO RAYA, ditambah dengan berbagai disiplin ilmu yang saya dapatkan dari buku - buku yang pernah saya baca.

Di dalam penulisan skripsi ini saya berusaha semaksimal mungkin untuk memecahkan masalah - masalah yang timbul sesuai dengan kemampuan dan pengetahuan yang saya miliki, baik pada saat saya menimba ilmu di bangku sekolah maupun pengalaman selama melaksanakan praktek laut (Prala) di kapal. Kiranya skripsi ini dapat bermanfaat untuk menambah pengetahuan bagi rekan - rekan pembaca di dalam lingkungan pendidikan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik dari segi pembahasan materi maupun dari segi pemilihan kata dan penyusunan kalimatnya, hal ini disebabkan karena kemampuan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih banyak serta penghargaan yang tidak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, tidak lupa penulis mengucapkan terimah kasih kepada :

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang.
2. Yth. Bapak Capt. Marihot Simanjuntak M.M Selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Yth. Bapak Nafi Almuzani,M.M.Tr selaku Ketua Jurusan Teknika.

4. Yth. Bapak Drs.Edward Arsanova.MM,M.Eng, selaku Dosen pembimbing I materi skripsi.
5. Yth. Bapak Zulnasri,SH,MH, selaku Dosen pembimbing II skripsi.
6. Kedua Orang Tua Ibu Sisra Jasmi dan Bapak Heru Revolino yang telah membesarkan dan membimbing serta memberikan dukungan dan doa yang tak pernah putus hingga dapat menempuh pendidikan Diploma IV di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.
7. Kepada seluruh keluarga tercinta Uni Idiolla Septaviasmi , Abang saya Syaifullah dan kakak saya tercinta Dr.Meishinta Fitria yang telah memberi dukungan, semangat dan doanya.
8. Kepada seluruh civitas akademika, dosen, instruktur dan karyawan/i Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
9. Kepada seluruh rekan - rekan taruna dan taruni angkatan LVII Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, terutama kelas Teknika VIII B atas kebersamaan dan kekompakan dalam membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini.
10. Kepada semua *crew* MV. TANTO RAYA atas dukungannya selama penulis melaksanakan praktek laut (Prala).
11. Kepada Senior MES CAAIP SUMBAR yang telah memberi dukungan, semangat dan doanya

Akhir kata penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan di dalam penyusunan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan di dunia pelayaran.

Jakarta, Agustus 2018

Penulis,

IKHSANNU FITRA

NRP. 14.7921/T

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL DALAM i

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI ii

TANDA PENGESAHAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR LAMPIRAN ……..... x

BAB I : PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1

B. Identifikasi Masalah 2

C. Batasan Masalah 2

D. Perumusan Masalah 2

E. Tujuan dan Manfaat Penulisan ……..... 3

F. Sistematika Penulisan ……..... 3

BAB II : LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka 6

B. Kerangka Pemikiran 15

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian 16

B. Metode Pendekatan dan Teknik Pengumpulan Data..... 17

C. Subjek Penelitian 19

D. Teknik Analisis Data 20

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data 21

B. Analisis Data 25

C. Alternatif Pemecahan Masalah 29

D. Evaluasi Pemecahan Masalah 32

E. Pemecahan Masalah Yang Dipilih 34

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan..... 41

B. Saran..... 42

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Klasifikasi Kompresor Udara ……..... 7

Gambar 2.2 Langkah Hisap Pada Kompresor Udara 8

Gambar 2.3 Langkah Kompresi Pada Kompresor Udara 9

Gambar 2.4 Langkah Keluar Pada Kompresor Udara 9

Gambar 2.5 Bagan kerangka pemikiran 15

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Crew List MV. TANTO RAYA

LAMPIRAN 2 : Gambar Proses Kerja dari Kompresor Udara

LAMPIRAN 3 : Gambar dari Komprosesor Udara YANMAR

LAMPIRAN 4 : Gambar Penampang Kompresor Udara

BAB I
PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kompresor adalah salah satu pesawat yang digunakan untuk memampatkan udara dari tekanan yang rendah ketekanan yang lebih tinggi. Udara yang dimampatkan tersebut ditampung dalam bejana udara bertekanan ± 30 bar, yang kemudian siap untuk digunakan sebagai *starting air* untuk menjalankan mesin induk dan pesawat bantu baik di kamar mesin atau pun di *deck*. Untuk pelayanan udara di atas *deck* misalnya *air horn*, *control system*, kebersihan akomodasi serta yang lainnya. Selama pengoperasian mesin induk pada saat olah gerak terjadi, terkadang datang kendala atau hambatan - hambatan yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada kompresor udara, sehingga kompresor belum dapat bekerja secara optimal. Hal ini mengakibatkan proses pengisian *starting air* mesin induk terlalu lama dan dapat mempengaruhi proses kelancaran olah gerak. Sehubungan dengan pentingnya kompresor udara di atas kapal. Maka kompresor harus mendapatkan perhatian khusus dalam pelaksanaan perawatannya sehingga kebutuhan angin dengan tekanan yang cukup tetap terpenuhi di dalam botol angin. Kondisi ketika penulis melakukan praktek laut di kapal MV. TANTO RAYA sering terjadi gangguan pada kompresor udara yang menyebabkan produksi udara tidak mencapai hasil yang optimal. Hal ini dapat diketahui berdasarkan banyaknya waktu yang diperlukan untuk mengisi botol udara dengan tekanan 30 bar. Dalam keadaan normal botol angin terisi selama ± 14 menit dengan menggunakan 2 (dua) kompresor, namun dalam kenyataannya botol angin terisi selama ± 25 - 30 menit. Keadaan seperti ini membuat kompresor mengalami *high temperature trip* dalam jangka waktu yang tidak tetap. Sekian banyak tanda–tanda yang tidak normal dari kompresor udara. maka penulis mengadakan penelitian yang nantinya akan dibahas di bab IV. Semua itu dilaksanakan agar kinerja kompresor udara tidak mengganggu kelancaran

operasional kapal. Berdasarkan alasan tersebut dan pengalaman yang penulis alami selama melakukan praktek laut, maka penulis memandang perlu untuk mengangkat permasalahan ini dengan judul :

”UPAYA MENGATASI KENDALA KOMPRESOR UDARA GUNA MENUNJANG PENGOPERASIAN MESIN INDUK DI KAPAL MV. TANTO RAYA”

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Selama melaksanakan praktek laut (Prala), penulis menemukan berbagai macam permasalahan, dalam hal ini penulis mengidentifikasi permasalahannya sebagai berikut :

1. Meningkatnya temperatur compressor yang di akibatkan intercooler kotor.
2. Bocornya saluran pipa udara *start* pada mesin induk.
3. Keausan pada ring piston
4. Lamanya tekanan udara naik pada bagian *high pressure* kompresor ke botol angin.

C. BATASAN MASALAH

Sesuai dari pengamatan selama melaksanakan praktek laut (Prala) dan kejadian yang pernah dialami di atas kapal, maka penulis membatasi permasalahan-permasalahan yang ada di kapal MV. TANTO RAYA. Hal ini bertujuan agar tidak terjadinya kesalah pahaman dan penyimpangan dalam membahas skripsi ini. Adapun batasan masalah yang dimaksud penulis yaitu :

1. Keausan pada ring piston
2. Lamanya tekanan udara naik pada bagian *high pressure* kompresor ke botol angin.

D. PERUMUSAN MASALAH

Menurut pengalaman penulis selama praktek di atas kapal dan peristiwa yang pernah dialami penulis yang telah dituliskan pada latar belakang, Maka penulis menentukan bahwa perumusan masalah dalam skripsi ini menitik beratkan pada pokok permasalahan :

1. Mengapa terjadi keausan pada ring piston ?

2. Mengapa tekanan udara pada bagian *high pressure* kompresor lama naik ke botol angin ?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENULISAN

Adapun tujuan dan kegunaan penelitian skripsi ini, seperti yang dituliskan di bawah ini :

1. Tujuan penelitian
   a. Untuk mengetahui penyebab terjadinya keausan pada ring piston.
   b. Untuk dapat mengetahui penyebab tekanan *high pressure* kompresor lama naik ke botol angin ?.
2. Manfaat
   a. Kegunaan dari penulisan skripsi ini adalah menjadi salah satu masukan dalam membantu dan menambah pengetahuan para masinis, terutama yang berhubungan dalam hal pengoperasian, perawatan dan perbaikan terhadap kompresor udara.
   b. Berguna secara teoritis dan memberikan perkembangan teknologi tentang permesinan kapal, khususnya pada perawatan dan perbaikan kompresor udara.
   c. Karya ini dapat menambahkan perbendaharaan Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran dan menjadi sumber bacaan maupun referensi semua pihak yang membutuhkan.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab, dimana bab satu dengan bab yang lainnya saling berhubungan dan dalam pembahasannya merupakan satu kesatuan rangkaian yang tidak dapat terpisahkan. Bentuk dari sistematika penulisan skripsi ini adalah :

BAB I : PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Menguraikan kondisi, keadaan, atau peristiwa yang dialami penulis ketika melaksanakan praktek laut, sehingga penulis mengangkat masalah yang terjadi pada kompresor udara.

B. Identifikasi Masalah

Dalam hal ini penulis mengemukakan tentang permasalahan yang terjadi di atas kapal MV. TANTO RAYA yang perlu diidentifikasi lebih lanjut terhadap masalah yang terjadi pada kompresor udara.

C. Batasan Masalah

Membahas masalah mengenai teknik mengoptimalkan kinerja kompresor udara dan pengadaan suku cadangnya.

D. Perumusan Masalah

Menjelaskan masalah yang timbul pada kompresor udara.

E. Tujuan Dan Manfaat Penyusunan

Menguraikan tujuan dan manfaat dari penyusunan skripsi ini dalam mengoptimalkan kinerja kompresor udara.

F. Sistematika Penulisan

Menyajikan urutan hal yang dimuat dalam penyusunan skripsi tentang kompresor udara.

BAB II : LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Memuat uraian ilmu pendukung yang relevan dengan kompresor udara.

B. Bagan

Diagram kerangka pemikiran.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitiaan

Penelitian dilakukan pada saat praktek laut (Prala) dikapal MV. TANTO RAYA

B. Teknik Pengumpulan Data

Berisikan uraian - uraian tentang bagaimana penulis mengumpulkan data mengenai kompresor udara.

C. Teknik Analisis

Mengemukakan metode yang digunakan dalam menganalisis suatu permasalahan. Dalam hal ini penulis menggunakan metode deskriptif kualitatif.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Berisikan data–data yang diperoleh tentang kompresor udara ketika melakukan praktek laut (Prala) di atas kapal.

B. Analisis Data

Menganalisis data yang ada sehingga ditemukan penyebab masalah pada kompresor udara.

C. Alternatif Pemecahan Masalah

Menguraikan berbagi cara dalam mengatasi masalah yang terjadi pada kompresor udara.

D. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahaan Masalah

Mengemukakan hasil pemecahaan masalah yang terjadi pada kompresor udara.

E. Pemecahan Masalah Yang Dipilih

Menjelaskan tentang bagaimana pemecahan masalah yang di pilih dalam pengoperasian kompresor udara.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Menjelaskan kesimpulan dari berbagai jawaban terhadap masalah yang terjadi pada kompresor udara.

B. Saran

Mengemukakan usul dan saran yang kongkrit untuk penyelesaian masalah yang ada tentang kompresor udara.

BAB II
LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk melengkapi pembahasan di dalam penulisan skripsi ini, penulis telah menggunakan beberapa daftar pustaka yang saling berkaitan dengan permasalahan yang dibahas penulis pada penulisan ini, adapun daftar pustaka yang digunakan antara lain :

1. Pengertian kompresor udara

Menurut buku Marine Engineering practice, J.W.Arrowsmith, (Tahun 1972) "Kompresor adalah mesin yang memampatkan udara atau gas". Kompresor udara biasanya mengisap udara dari atmosfir. Namun ada pula yang mengisap udara atau gas yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfir. Dalam hal ini kompresor bekerja sebagai penguat (*booster*). Sebaliknya ada pula kompresor yang menghisap gas yang bertekanan lebih rendah dari pada tekanan atmosfir. Dalam hal ini kompresor tersebut disebut pompa vakum.

2. Fungsi kompresor udara di atas kapal

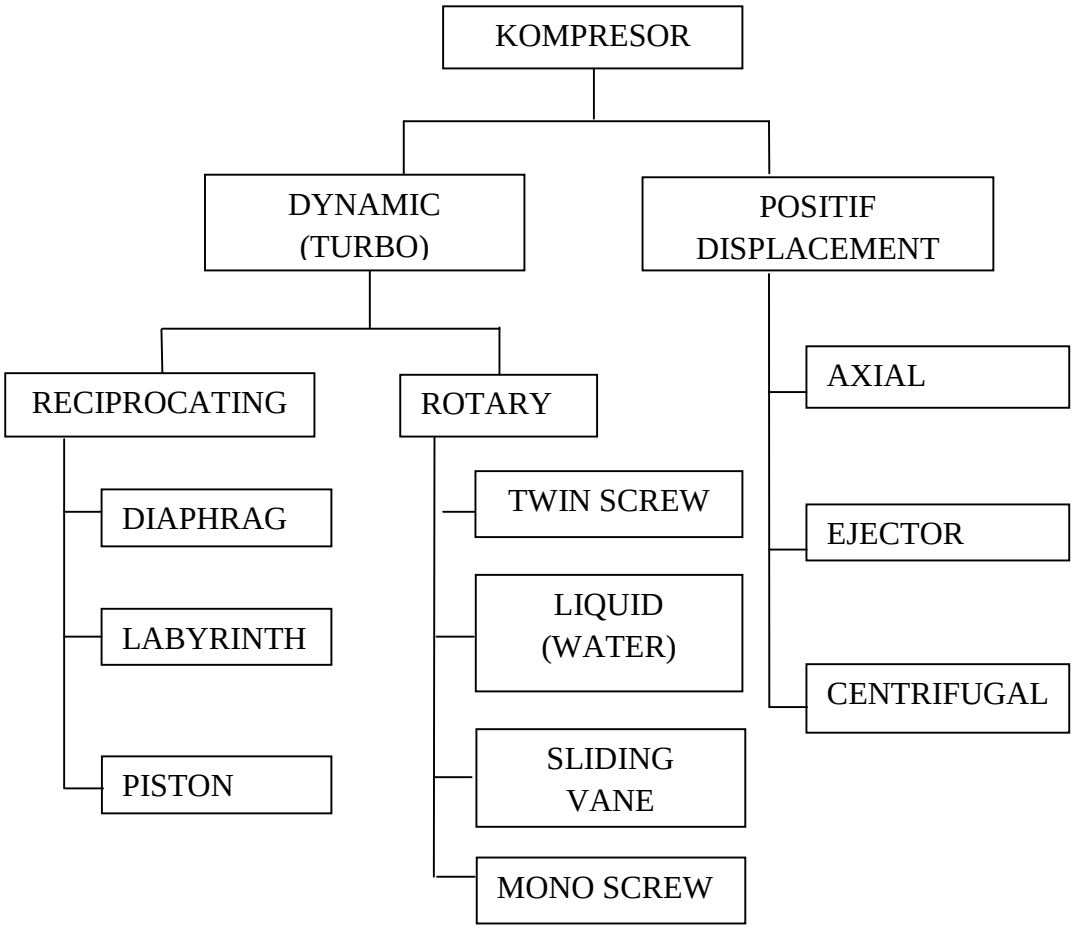
Menurut buku *Marine Auxiliary Machiner,E Souchotte and D W Smith* (Tahun 1975) "Kompresor udara digunakan di atas kapal untuk *starting* mesin *diesel*, untuk sistem kontrol *pneumatik* dan untuk berbagai macam alat *pneumatik* dan peralatan kebersihan. Tetapi pemakaian terbesar dari udara bertekanan adalah untuk *starting* mesin *diesel*, udara bertekanan untuk *starting* adalah 25 bar atau lebih yang disediakan oleh kompresor torak".

3. Klasifikasi dan prinsip kerja kompresor udara

a. Klasifikasi kompresor udara

Menurut buku Pompa dan Kompresor, Sularso dan Haruo Tahara, (Tahun 2000) “Kompresor terdapat dalam beberapa jenis dan model, tergantung pada volume dan tekanannya yang dihasilkannya. Sebutan kompresor (pemampat) dipakai untuk jenis yang bertekanan tinggi, *blower* (peniup) untuk yang bertekanan agak rendah, sedangkan fan (kipas) untuk yang bertekanan sangat rendah. Atas dasar cara pemampatannya kompresor dibagi atas jenis turbo dan jenis perpindahan. Jenis turbo menaikkan tekanan dan kecepatan gas dengan gaya sentrifugal yang ditumbulkan oleh impeller, atau dengan gaya angkat (lift) yang ditumbulkan oleh sudu. Jenis perpindahan, seperti telah diterangkan di muka, menaikkan tekanan dengan memperkecil atau memampatkan volume gas yang diisap ke dalam silinder atau stator oleh torak atau sudu.

Klasifikasi kompresor udara dapat dicermati pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Klasifikasi Kompresor Udara

Kompresor juga dapat diklasifikasikan atas dasar konstruksinya seperti uraian sebagai berikut :

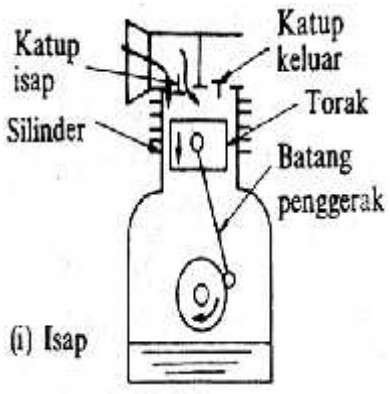
1) Klasifikasi berdasarkan jumlah tingkat kompresi (misalnya : satu tingkat, dua tingkat, … , banyak tingkat)
2) Klasifikasi berdasarkan langkah kerja (misalnya : kerja tunggal / *single acting*, kerja ganda / *double acting*)
3) Klasifikasi berdasarkan susunan silinder "khususnya kompresor torak" (misalnya : mendatar, tegak, bentuk L, bentuk V, bentuk bintang dan lawan / imbang)
4) Klasifikasi berdasarkan cara pendinginannya (misalnya : pendinginan air, pendinginan udara)
5) Klasifikasi berdasarkan penempatannya (misalnya : permanen dan dapat dipindah - pindah)
6) Klasifikasi berdasarkan transmisi penggeraknya (misalnya : langsung, sabuk V, roda gigi)
7) Klasifikasi berdasarkan cara pelumasannya (misalnya : pelumasan minyak dan tanpa minyak)

b. Prinsip kerja kompresor udara

Adapun prinsip kerja kompresor sebagai berikut :

1) Langkah hisap

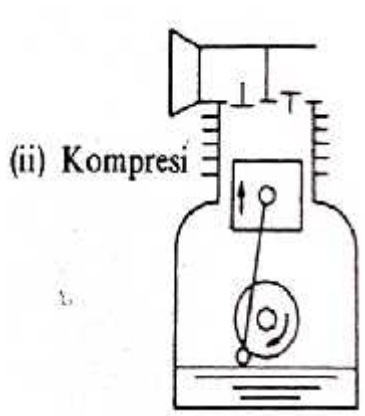
Bila poros engkol berputar mengikuti arah panah, torak bergerak ke bawah oleh tarikan engkol. Maka terjadilah tekanan negatif (di bawah tekanan atmosfir) di dalam silinder, dan katup isap terbuka oleh perbedaan tekanan, sehingga udara terisap.



Gambar 2.2 Langkah hisap pada kompresor udara

2) Langkah kompresi

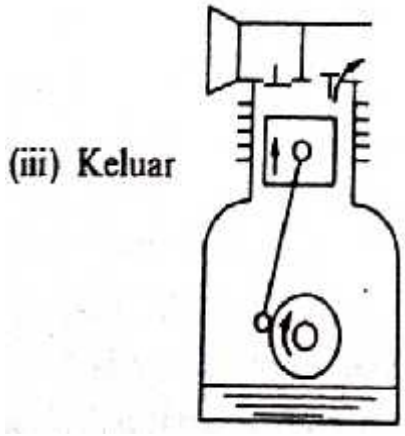
Bila torak bergerak dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), katup isap tertutup dan udara di dalam silinder dimampatkan.



Gambar 2.3 Langkah kompresi pada kompresor

3) Langkah keluar

Bila torak bergerak ke atas, tekanan di dalam silinder akan naik. Maka katup keluar akan terbuka oleh tekanan udara / gas, dan udara / gas akan keluar.



Gambar 2.4 Langkah keluar pada kompresor

4. Komponen utama kompresor udara

Menurut buku Pompa dan Kompresor, Sularso dan Haruo Tahara, (2000:172) ada beberapa komponen utama pada kompresor.

a. Bagian tetap

Bagian tetap kompresor udara antara lain :

1) *Cylinder head* (kepala silinder)

Berfungsi sebagai tempat kedudukan *low pressure valve* dimana menjadi tempat masuknya udara luar ke dalam kompresor.

2) *Crank case*

Berfungsi untuk menopang seluruh beban dan sebagai tempat kedudukan bantalan, poros engkol, silinder dan tempat penampungan minyak lumas.

3) Plat Dasar / pondasi

Sebagai penopang dudukan kompresor udara agar kompresor tidak tergeser akibat getaran yang dihasilkan kompresor udara itu sendiri.

b. Bagian yang bergerak bolak - balik

Bagian yang bergerak bolak - balik dari kompresor udara :

1) *Piston*

Berfungsi menghisap, menekan udara (kompresi), dan mengeluarkan udara di dalam ruang silinder.

2) *Oil Scrapper Ring*

Untuk mencegah kebocoran minyak lumas.

3) *Connecting rod*

Berfungsi untuk menghubungkan poros engkol kebatang silang melalui kepala silang. Batang penghubung ini harus kuat dan tahan bengkok sehingga mampu menahan beban pada saat kompresi.

4) *Cross head* (kepala silang)

Meneruskan gaya dari batang penghubung kebatang torak kepala silang sehingga dapat meluncur pada bantalan luncurannya.

c. Bagian yang bergerak sementara

Bagian yang bergerak sementara dari kompresor udara antara lain :

1) *Low pressure valve* (katup tekanan rendah)

Pada bagian *low pressure valve* ini merupakan tahapan 1 dari proses kerja kompresor udara. *Low pressure* ini dibagi menjadi 2 (dua). Tahap pertama adalah *suction valve*. *Suction valve* yang terdapat pada *low pressure* ini berfungsi untuk menghisap udara dari kamar mesin kemudian masuk kedalam *cylinder head* untuk melakukan kompresi kemudian dikeluarkan. Tahap kedua adalah *delivery valve.* *Delivery valve* ini berfungsi menekan udara dari luar ruang *low*

pressure menuju ruang *high pressure* yang dibatasi oleh *spring valve.*

2) *High Pressure valve* (katup tekanan tinggi)

Pada bagian *high pressure valve* ini merupakan tahapan kedua dari proses kerja kompresor. *High pressure* ini dibagi menjadi 2 (dua) tahap. Tahap pertama adalah *suction valve*. *Suction valve* ini berfungsi untuk menghisap udara dari ruang *low pressure* menuju *high pressure*. *Delivery valve* ini berfungsi untuk menyalurkan udara dari kompresor menuju botol angin melalui katup satu jalur (*non return valve*).

3) *Safety Valve*

Adalah alat keselamatan yang dipasang pada setiap langkah kompresi dimana alat ini akan membuang kelebihan tekanan udara. *Safety valve* merupakan salah satu alat keselamatan (*safety device*) yang dipasang pada konstruksi kompresor udara.

5. Pengoperasian kompresor udara

Menurut buku Refrigerasi dan Pengkondisian Udara, Wilbert F.Stocker Dan Supratman Hara, (Tahun 1982) Hal yang harus diperhatikan dalam pengoperasian kompresor udara, sesuai dengan instruksi buku manual yaitu :

a. Persiapan prioritas pengoperasian kompresor udara

Prioritas utama dalam menjalankan kompresor udara dibutuhkan persiapan sebagai berikut :

1) Perhatikan minyak lumas, jika terjadi kekurangan pada *crank case* (ruang engkol) segera ditambah dengan minyak lumas yang berkualitas.
2) Masukan *oil sump* yang terletak antara *crank case interior main bearing* dengan minyak lumas.
3) Kendalikan kompresor udara dengan kedua tangan untuk memastikan kompresor dalam keadaan normal.
4) Memilih minyak lumas, minyak lumas adalah bagian yang sangat penting peranannya dalam pengoperasian kompresor udara. Jika tidak menggunakan minyak lumas yang sesuai, maka mengakibatkan

terbentuknya karbon dalam jumlah yang besar pada katup tekan dan pipa sehingga menyebabkan kerja kompresor terganggu.

Hal–hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan minyak lumas :

a. Tipe minyak lumas, gunakan minyak lumas kompresor sesuai dengan ketentuan *maker*.
b. Apabila minyak lumas ini tidak tersedia, gunakan minyak lumas untuk turbin atau minyak lumas untuk mesin *diesel*.
c. Kekentalan minyak lumas harus sama, yaitu SAE # 30.

b. Waktu penyalaan dan peringatan setelah penyalaan kompresor udara

1) Pada saat penyalaan kompresor udara, buka pemindah untuk melihat beban. Dalam pengoperasian secara otomatis, bagaimanapun bebannya akan terlihat dan tidak perlu membuka pemindah secara manual.
2) Setelah penyalaan kompresor udara, pusatkan perhatian untuk melihat air pendingin yang mengalir, minyak menetes pada bagian udara masuk, dan tidak ada bunyi bising serta pemanasan yang tidak normal.

Berikut ini adalah cara - cara pengoperasian kompresor udara :

a. Sistem Manual

Dengan sistem manual ini, kompresor tidak dapat bekerja atau berhenti dengan sendirinya. Kompresor harus selalu diawasi untuk menjaga tekanan maksimum yang diijinkan. Misalnya dalam botol angin maksimum tekanannya 30 bar , maka pada tekanan tersebut harus dimatikan yaitu dengan memutus arus listrik elektrik motor pada *switch box*. Demikian pula pada waktu akan menjalankan kompresor, arus listrik dimasukkan dengan jalan menekan tombol *ON* pada *switch box*. Urutan langkah pengoperasian kompresor udara dengan cara manual adalah :

1) Prosedur menjalankan kompresor udara :
    1) Periksa permukaan dari minyak pelumas dan pastikan bahwa minyak pelumas sesuai dengan *level oil*.
    2) Perhatikan *main switch* pada *panel box*, bila *switch* belum di *ON* maka rubah posisi *switch* pada posisi *ON*.

3) Posisi *switch* untuk *AUTO–MANUAL–OFF*, pindahkan *switch* pada posisi manual.
4) Pastikan semua kran pengisian pada botol angin dan yang keluar dari kompresor dalam keadaan terbuka.
5) Tekan tombol *ON* sehingga lampu hijau menyala dan kompresor bekerja.
6) Setelah kompresor bekerja perhatikan aliaran air pendingin dari kompresor dan yakinkan tidak ada gangguan pada aliran pendingin kompresor.
7) Perhatikan jarum indikator yang ditunjukan oleh alat pengukur tekanan pada kompresor udara misalnya *oil pressure, low pressure, and high pressure.*
8) Segera matikan kompresor bila menemukan hal yang tidak wajar seperti suara atau tekanan yang tidak normal agar tidak terjadi kerusakan yang lebih parah.

Setelah kompresor beroperasi tentunya kompresor distop apabila tekanan dalam botol angin telah mencapai batas maksimal.

2) Urutan langkah penghentiaan kompresor udara :
   a) Tekan tombol *OFF* sehingga lampu berwarna merah menyala dan kompresor berhenti.
   b) Posisikan *main switch* di *panel box* pada posisi *OFF* sehingga lebih aman.
   c) Sebelum meninggalkan kompresor perhatikan kondisi dari kompresor tidak terdapat kebocoran atau apapun.

b. Sistem Otomatis

Pada dasarnya saat *start* atau *stop* secara otomatis bekerja berdasarkan *pressure switch, magnetic valve* dan peralatan yang lain. *Pressure switch* biasanya bekerja berdasarkan tekanan udara pada botol angin, sehingga bisa memutuskan arus dan menghubungkan arus secara otomatis. Ketika tekanan pada botol angin melebihi batas yang ditentukan pada *pressure switch*, maka *pressure switch* membuka dan memutuskan arus yang mengalir pada motor. Demikian sebaliknya bila tekanan

botol angin melebihi batas terendah maka *pressure switch* menutup dan mengalirkan arus ke motor dan akan berputar menjalankan kompresor. Jadi *stop* atau *start* diatur oleh *pressure switch*. Misalkan pada tekanan 30 bar, maka kompresor akan *stop* secara otomatis dan pada tekanan 15 bar kompresor akan jalan secara otomatis. Untuk pengoperasian kompresor secara otomatis kita merubah posisi pada *switch* ke posisi *AUTO*.

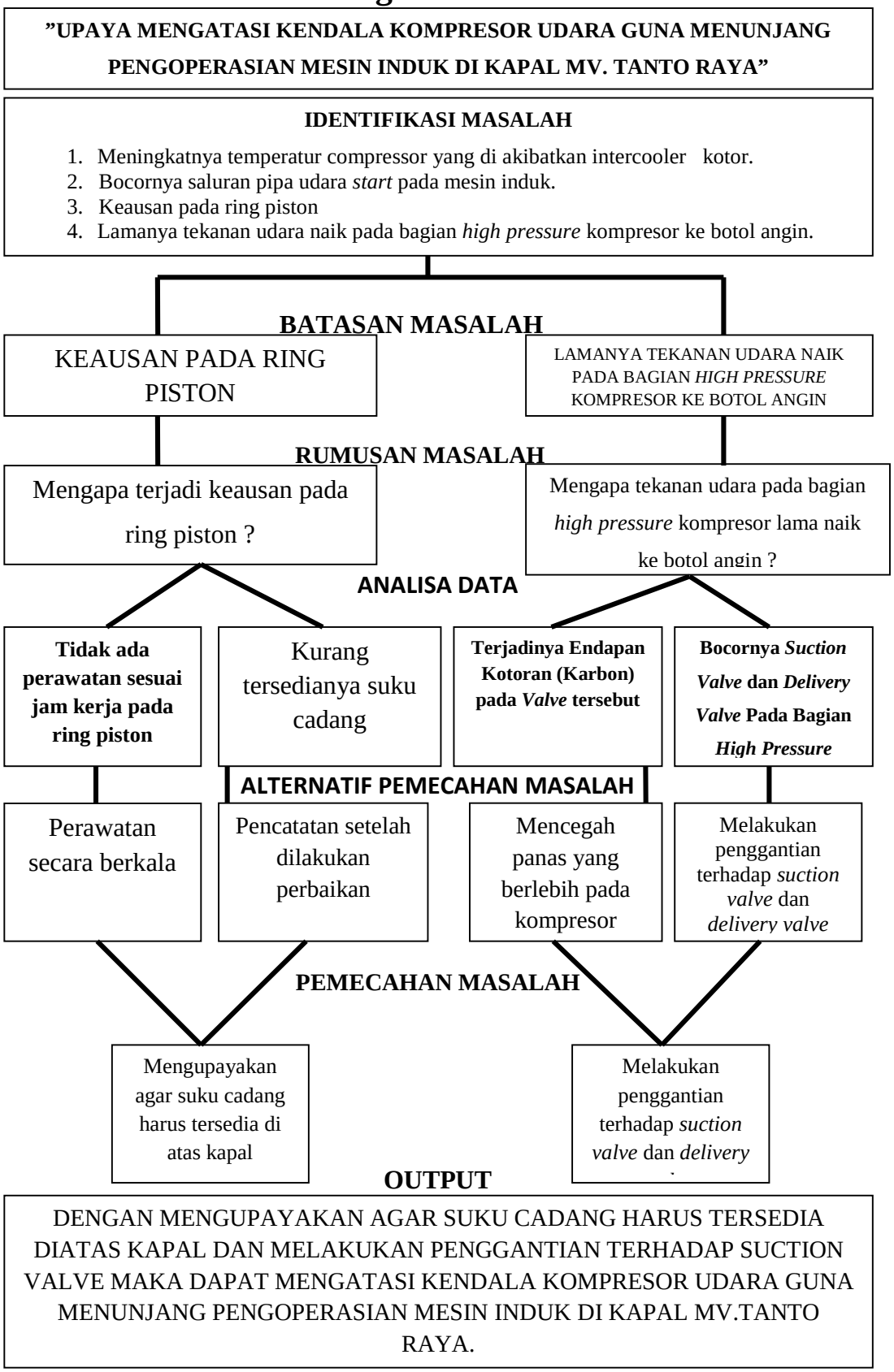
Dengan mengetahui sistem udara tekan dari kompresor udara, maka akan lebih mudah dalam memahami dan menganalisa masalah yang terjadi. Kinerja kompresor udara yang optimal ditentukan oleh bagaimana cara pengopersian, perawatan dan perbaikan kompresor yang baik dan benar, serta juga didukung dengan adanya komponen - komponen yang memiliki fungsi dan kerja yang baik

B. KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka pemikiran merupakan gambaran singkat mengenai pola yang diambil dalam menghadapi permasalahan dan upaya yang ditempuh untuk mempermudah pembahasan skripsi ini mengenai beberapa masalah yang tercantum pada batasan masalah. Pada pembahasan pertama mengenai keausan pada ring piston dan sulitnya tekanan udara naik pada bagian *high pressure* kompresor ke botol angin disebabkan karena banyaknya kerak hitam (kotoran) berupa karbon yang menghambat kinerja dari *high pressure* sehingga udara tersebut tidak semuanya bisa masuk kedalam botol angin. Akibatnya udara yang seharusnya masuk ke botol angin dan digunakan untuk menjalankan mesin induk, sekarang udara tersebut belum mampu untuk menghidupkan mesin induk. Agar tidak terjadi hal seperti itu, maka *suction valve* dan *delivery valve* pada bagian high pressure harus sering dibersihkan dan melakukan penggantian suku cadang sesuai dengan jam kerjanya.

Perawatan berencana sesuai dengan jadwal yang telah diatur juga harus dilakukan agar kompresor selalu dalam keadaan siap bila akan digunakanuntuk kelancaran pengoperasian kapal. Biasanya dilakukan setiap hari atau setiap minggu bahkan ada yang melakukan perawatan berencana setiap bulan. Pekerjaan perawatan itu dibutuhkan sebelum kerusakan terjadi, karena usia kapal yang bertambah tua dan mulai menurunnya kinerja dari bagian - bagian mesin tersebut yang mengakibatkan berkurangnya kemampuan kapal dalam beroperasi.

Kerangka Pemikiran



Gambar 2.5 Bagan Kerangka Pemikiran

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

1. Waktu Penelitian

Waktu yang dipakai penulis untuk melakukan penelitian yaitu selama penulis menjalani praktek laut (Prala) mulai tanggal 05 Agustus 2016 sampai dengan tanggal 25 Agustus 2017. Jabatan penulis di kapal MV. TANTO RAYA adalah sebagai *Cadet* mesin sehingga penulis tidak selamanya melakukan penelitian tentang kompresor udara namun penulis juga perlu mempelajari mesin induk, permesinan bantu yang lain, dan masih banyak lagi pekerjaan yang penulis lakukan di atas kapal yang diberikan masinis di atas kapal, sehingga penulis harus pandai - pandai membagi waktu dan menjaga stamina.

2. Tempat Penelitian

Tempat penelitian yang dilakukan oleh penulis yaitu pada :

a. Nama perusahaan : PT. TANTO INTIM LINES
b. Nama Kapal : MV. TANTO RAYA
c. Panggilan : P.O.E.T
d. Jenis kapal : CONTAINER CARRIER
e. Bendera : INDONESIA
f. Terdaftar di : JAKARTA
g. Klasifikasi : BKI
h. Mesin Induk : MAKITA-MITZUI-MAN- B&W 8S35MC
i. Type Mesin : 2CYCLE SINGLE ACTING TC CROSS-HEAD
j. Panjang Keseluruhan : 120.84 METER
k. Berat Kotor : 6867 TONS
l. Berat Bersih : 3479 TONS
m. Tahun Pembuatan :1998

B. METODE PENDEKATAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Dalam pengumpulan skripsi ini, penulis akan melaksanakan bagaimana penulis melakukan penelitian dan cara penulis mendapatkan data. Dalam hal ini penulis menggunakan metode penelitian dan teknik pengumpulan data berupa :

1. Metode Pendekatan

a. Metode pendekatan dilakukan dengan cara deskriptif kualitatif

Pendekatan deskriptif kualitatif adalah suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada metodologi yang menyelidiki suatu fenomena masalah yang terjadi. Pada pendekatan ini, peneliti membuat suatu gambaran komplek, meneliti kata - kata, laporan terperinci dari pandangan responden, dan melakukan studi pada situasi yang dialami.

Prosedur penelitian ini menghasilkan data deskriptif berupa kata - kata tertulis maupun lisan dari orang - orang dan pelaku yang diamati. Penelitian kualitatif digunakan jika masalah belum jelas, untuk mengetahui makna yang tersembunyi, untuk memahami masalah, untuk mengembangkan teori,dan memastikan kebenaran data.

b. Metode yang dilakukan dengan cara *problem solving*

Metode pendekatan dengan cara *problem solving* adalah suatu proses menemukan dan memecahkan masalah berdasarkan data dan informasi yang akurat, sehingga dapat diambil kesimpulan yang tepat.

2. Teknik Pengumpulan Data

a. Observasi

Observasi adalah suatu cara pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung ke lapangan tempat dilakukannya penelitian, sehingga data yang diperoleh penulis bersifat objektif. Selama penulis melakukan penelitian di atas kapal secara langsung pada suatu pesawat bantu yaitu kompresor udara, sering terjadinya masalah pada kompresor udara yang mana permasalahan diakibatkan karena kurangnya pengawasan dalam pengoperasian dan perawatan pada kompresor udara.

Hal itu menyebabkan menurunnya kinerja kompresor udara dalam mengisi botol angin. Adapun tanda - tanda yang ditimbulkan oleh masalah ini adalah:

1) Keausan pada ring piston.
2) Lamanya tekanan udara naik pada bagian *high pressure* kompresor ke botol angin.

Dari hasil pengamatan tersebut, maka penulis merasa tertarik untuk meneliti lebih lanjut dalam penelitiaan yang akan dibahas dalam skripsi ini. Sehingga dapat merumuskan mengapa permasalahan tersebut terjadi dan dapat memecahkan serta mengatasi permasalahan tersebut.

b. Wawancara

Salah satu cara yang dilakukan oleh penulis untuk mendapatkan data - data mengenai kompresor udara adalah melakukan wawancara dengan para perwira dibagian mesin. Wawancara yang dilakukan yaitu terhadap Kepala Kamar Mesin (KKM) selaku yang bertanggung jawab terhadap seluruh permesinan yang ada di atas kapal MV.TANTO RAYA, Masinis II selaku yang bertangggung jawab terhadap komperesor udara, dan terhadap *Oiler* selaku anak buah kapal di *Engine Department*.

Dalam pembahasan ini, penulis hanya akan menguraikan hasil dari wawancara dengan Masinis II dan Anak Buah Kapal (ABK) di bagian mesin. Adapun hasil dari wawancara tersebut tercantum dalam lampiran.

c. Dokumentasi

Dokumentasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melihat ataupun mencatat arsip - arsip dan dokumen yang terdapat di dalam kamar mesin sehingga data yang diperoleh merupakan data yang kongkrit dan akurat serta dapat dipertanggung jawabkan. Di setiap kapal terdapat dokumen - dokumen yang berkenaan dengan kapal, dan untuk permesinan kapal memiliki dokumen - dokumen tersendiri yang biasa disebut buku instruksi manual, dimana buku ini memuat antara lain :

Sistem kerja pesawat, bagian - bagian dari pesawat, serta panduan perawatan.

d. Studi pustaka

Studi pustaka adalah cara yang digunakan oleh penulis untuk mengumpulkan data. Studi pustaka diambil penulis dengan membaca buku - buku maupun sumber lain untuk dijadikan sebagai referensi maupun bahan acuan dalam penulisan skripsi ini. Studi pustaka yang dilakukan penulis

sebagai bahan perbandingan dan pembahasan yang berkaitan dengan masalah yang diambil dalam penulisan skripsi ini.

Buku - buku yang dijadikan sebagai studi pustaka adalah :

1) Diktat Kompresor Udara dan Pompa oleh SULARSO HARUO TAHARA.
2) *Marine Auxiliary Machinery* (edisi kelima) oleh E SCOUCHOTTE dan D W SMITH.
3) Buku manual kompresor udara merk TANABE AIR COMPRESSOR.

Buku - buku tersebut diatas dipilih karena berisikan materi tentang pengoperasian dari kompresor udara yang dibahas oleh penulis dalam skripsi ini. Buku ini juga memberikan penjelasan petunjuk perawatan yang baik pada kompresor udara, serta segala permasalahan yang dapat timbul dalam operasi kompresor udara. Isi buku - buku tersebut sangat membantu penulis untuk melengkapi data - data dalam penyusunan skripsi.

C. SUBJEK PENELITIAN

Dalam bab ini tidak dilakukan pengambilan populasi dan sampel. Populasi yang diambil oleh penulis dalam hal ini adalah kompresor udara diatas kapal karena hal tersebut berhubungan dengan pokok pembahasan yang akan dibahas oleh penulis dalam pembuatan skripsi ini.

1. Populasi

   Populasi adalah mengemukakan sekelompok orang, benda atau hal yang menjadi sumber pengambilan sampel yaitu sekumpulan yang memenuhi syarat tertentu yang berkaitan dengan masalah penelitian yang diambil oleh penulis pada waktu penulis melakukan penelitian diatas kapal. Sebagai populasi dalam penelitian ini, penulis mengambil semua data tentang kompresor udara yang digunakan di atas kapal.

2. Sampel

   Setelah populasi ditentukan dengan jelas, barulah ditetapkan apakah mungkin untuk meneliti seluruh element populasi atau perlu mengambil sebagian dari populasi saja yaitu yang disebut sampel. Sampel secara sederhana dapat diartikan sebagai bagian dari populasi yang menjadi sumber data sebenarnya dalam suatu penelitian, artinya sampel merupakan sebagian dari populasi untuk mewakili seluruh populasi.

Berdasarkan penulisan yang diambil pada skripsi ini adalah menurut obyek yang ada diatas kapal MV. TANTO RAYA yaitu *Kompresor Udara* merk YANMAR type *Vertical Type, Water-cooled 2-stage compression.*

D. TEKNIK ANALISIS DATA

Teknik analisis yang digunakan oleh penilis di dalam penyusunan skripsi ini, yakni dengan cara deskriptif kualitatif. Dalam skripsi ini penulis berusaha menganalisa hubungan antara permasalahan yang terjadi dengan penyebab permasalahan tersebut dengan membandingkan dua buah keadaan. Kemudian berusaha membuktikan bahwa masalah yang terjadi berhubungan dengan penyebabnya sesuai dengan anggapan dari penulis. Pembuktian dengan perbandingan dilakukan untuk memperkuat asumsi dari penulis, sehingga isi dari skripsi ini dapat dipertanggung jawabkan nantinya. Anggapan mengenai kejadian atau peristiwa yang terjadi berdasarkan keterangan dari buku - buku referensi, keterangan dari masinis, juga dilihat dari fakta - fakta yang ada. Selanjutnya dari hasil penelitian ini penulis akan berusaha memberikan pemecahan masalah sebaik - baiknya sehingga dapat menjadi acuan bagi masinis dalam mengatasi permasalahan yang dianggap sama.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Berikut ini adalah beberapa gambaran dari pengalaman atau data yang pernah dialami oleh penulis pada waktu melaksanakan praktek laut (Prala) di kapal MV.TANTO RAYA. Selama penulis melaksanakan praktek laut tersebut, penulis menemukan permasalahan yang terjadi pada kompresor udara yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Merk	: YANMAR
Model	: SC15-TF
Type	: *Vertical Type, Water-cooled 2-stage compression*
Tekanan udara pengisian	: 30 bar
Kapasitas pengisian	: 165 Nm^3/h x 30 kg/cm^2
Putaran (rpm)	: 1200 rpm

Pada kompresor Yanmar tenaga utama yang digunakan untuk menggerakan kompresor udara adalah dengan memanfaatkan putaran motor listrik yang dihubungkan dengan roda gigi kompresor. Sistem kerja dari kompresor udara yaitu menghisap dan memampatkan udara melalui katup isap dan katup tekan dengan menggunakan torak yang bergerak bolak-balik didalam silinder. Udara luar akan dihisap oleh kompresor melalui katup isap tekanan rendah dengan terlebih dulu melewati sebuah saringan udara untuk membersihkan udara dari kotoran atau debu yang ikut terisap. Udara yang dihisap masuk kedalam silinder kompresor kemudian akan dikompresikan.

Tekanan kerja yang dihasilkan pada tekanan yaitu ± 8.0 bar. Akan tetapi tekanan udara tersebut dapat berkurang jika adanya hambatan seperti yang akan diterangkan

pada pembahasan dalam skripsi ini. Tekanan normal yang dihasilkan pada tekanan mencapai ± 15 Bar. Udara tekan yang dihasilkan akan dialirkan melewati *aftercooler* untuk didinginkan, kemudian udara tekan akan di salurkan dan disimpan didalam botol angin. Berdasarkan pengamatan penulis dalam pengoperasian kompresor udara setelah ditinjau dari kerjanya dan udara yang dihasilkan, kompresor udara pada kapal penulis mengalami permasalahan yaitu penurunan tekanan kompresi yang mengakibatkan tekanan yang dihasilkan oleh kompresor udara menjadi menurun dan tidak sesuai dengan kapasitas kerjanya.

Kompresor udara lebih membutuhkan waktu lebih lama untuk mengisi botol angin dan tekanan kerja yang dihasilkan oleh kompresor udara dikapal penulis hanya mampu mencapai tekanan kerja 20 Bar yang sebenarnya pada kondisi normal tekanan kerja yang dapat dihasilkan oleh kompresor udara tersebut mencapai 30 Bar. Penurunan tekanan kerja dari kompresor udara ini sangat mengganggu kelancaran pengoperasian mesin induk karena tekanan udara yang dihasilkan oleh kompresor hanya mencapai 20 Bar. Dari penurunan tekanan kompresi dan tekanan udara yang dihasilkan oleh kompresor udara, masinis III bersama cadet segera melakukan pengecekan dan analisa tentang penyebab dari penurunan tekanan kompresi pada kompresor udara tersebut.

Dalam deskripsi data ini, maka diuraikan permasalahan – permasalahan seperti yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya dengan mencoba memberikan suatu gambaran yang jelas dan mengemukakan faktra – fakta yang ditemukan dilapangan.

1. Di tempat penulis melaksanakan praktek laut saat dalam perjalanan dari makassar menuju nabire pada 17 Desember 2016 waktu normal pengisian botol angin dari batas tekanan minimum yaitu 20 bar sampai tekanan maksimum yaitu 30 bar dengan menggunakan 2 buah kompresor udara membutuhkan waktu sekitar 12 menit. Tetapi pada saat kejadian, masinis III melihat bahwa tekanan dalam botol angin 1 belum juga mencapai 30 bar, padahal waktu operasi kompresor udara sudah melewati waktu normal waktu pengisian yaitu 12 menit. Kemudian masinis III segera mematikan kompesor udara no 1 tersebut dan menghidupkan kompresor yang kedua, dan setelah kompresor

udara no 2 berjalan normal masinis III melakukan pemeriksaan terhadap kompresor udara yang rusak.

2. Pada saat kapal anchorage di nabire pada tanggal 21 desember 2016, kompresor udara yang beroperasi hanya satu unit saja untuk melayani pemakaian udara kerja, baik di dek maupun di kamar mesin. Pada botol angin tiba tiba mengalami penurunan udara secara perlahan lahan sedangkan kompresor no 2 sedang hidup. Mengetahui hal tersebut oiler yang sedang berdinas jaga mematikan kompresor no 2 tersebut dan menyalakan kompresor no 1 untuk memenuhi kebutuhan udara kerja. Setelah dipastikan kompresor no 1 bekerja dengan baik, kemudian oiler jaga melaporkan kejadian tadi kepada Masinis III, selaku yang bertanggung jawab terhadap kompresor udara. Setelah mendapat laporan tersebut masinis dengan dibantu oleh cadet segera memeriksa kompresor udara dengan membawa peralatan yang diperlukan.

1. **Keausan pada ring piston dapat menyebabkan turunnya tekanan kompresi pada kompresor udara**

   Dari fakta kejadian pertama saat kapal anchorage di nabire saat masinis III dan oiler yang sedang berdinas jam 12.00 pada saat itu kompresor dalam keadaan mati karena telah di gunakan selama 4 jam untuk memenuhi kebutuhan udara saat melakukan ceaping di dek. kompresor yang dijalankan secara bergantian pada saat proses berlangsung, dan pada pukul 13.00 kompresor kembali di hidupkan untuk kembali melanjutkan ceaping di dek. Selang 1 jam berlalu kompresor yang digunakan adalah kompresor no 2, tiba-tiba masinis III melihat botol angin mengalami penurunan udara secara perlahan lahan sedangkan kompresor sedang hidup. Masinis III melihat pressure gauge isapan pada kompresor hanya 5 Bar normalnya adalah 30 Bar dan pada pressure gauge tekanan hanya 6,5 Bar sedangkan normalnya adalah 30 Bar. Akhirnya masinis III memutuskan untuk mematikan kompresor no 2 dan menghidupkan kompresor no 1.

setelah itu oiler jaga memberitahu masinis III yang bertanggung jawab kepada kompresor udara, masinis III segera memanggil cadet engine untuk membantu pemeriksaan apa yang terjadi pada kompresor udara no 2 karena menghambat kinerja saat proses ceaping didek. Cadet engine menyiapkan alat alat untuk membongkar seperti kunci-kunci, kunci inggris, tang, palu, obeng, majun, kardus, belt, dan lain-lainnya. Setelah dilakukan pembongkaran masinis melakukan pemeriksaan katup pada kompresor udara, dan ternyata katup-katup tersebut dalam keadaan baik, setelah di periksa pegas-pegas pada komponen katup masih bekerja dengan baik.

Setelah katup-katup tersebut di pasang, dan diadakan pengetesan terhadap kompresor udara tersebut, ternyata tekanan kompresi pada *pressure gauege* tetap. Kemudian masinis III melakukan pengecekan lagi pada setiap komponen dari kompresor udara agar dapat menemukan penyebabnya, namun kerusakan pada kompresor udara tadi masih belum dapat ditemukan.

Akhirnya masinis III melaporkan kejadian itu kepada Kepala Kamar Mesin (KKM) dan mengusulkan untuk diadakan perbaikan secara menyeluruh (*over houle*) terhadap kompresor udara tersebut. Setelah diadakan pembongkaran terhadap semua komponen pada kompresor udara, ternyata ditemukan bahwa piston ring aus sebagian habis termakan dan patahnya ring piston.

2. **Lamanya Tekanan Udara Naik Pada Bagian *High Pressure* Kompresor Ke Botol Angin**

   Pada tanggal 23 desember 2016, kapal dalam keadaan *manouver* keluar dari pelabuhan Nabire menuju Surabaya, *oiler* jaga melaporkan kepada masinis jaga bahwa ada hambatan atau kendala yang disebabkan kompresor udara, sehingga kompresor udara kurang bekerja secara optimal. Hal itu disebabkan karena proses pengisian udara yang terlalu lama kebotol udara dan dapat mempengaruhi proses kelancaran pengoperasian kapal pada saat *manouver*. Karena hal itu, masinis jaga melaporkan kepada Kepala Kamar Mesin (KKM) tentang masalah itu. Kemudian Kepala Kamar Mesin (KKM) melaporkan kepada kapten untuk

menghentikan kapal di luar pelabuhan selama 30 menit. Sehingga kapten mencari situasi yang aman untuk berlabuh jangkar. Setelah itu Kepala Kamar Mesin (KKM) melakukan tindakan dengan mengutus Masinis II selaku yang bertanggung jawab kepada kompresor tersebut dibantu oleh O*iler* dan *Cadet* untuk mengadakan pemeriksaan. Pada kapal MV. TANTO RAYA mempunyai 2 (dua) botol angin dengan kapasitas 30 bar. Botol angin yang biasanya terisi penuh selama ± 12 menit dengan menggunakan 2 (dua) kompresor, namun pada kenyataanya botol angin terisi penuh selama ± 20 - 30 menit. Masinis II memutuskan untuk membongkar salah satu kompresor. Dengan dibantu dengan *Oiler* dan *Cadet,* Masinis II membongkar kompresor dengan menampung minyak lumas yang ada dalam *crankcase* kompresor tersebut terlebih dahulu di dalam ember. Karena Masinis II berasumsi bahwa *valve* pada bagian *low pressure* atau *high pressure* mengalami kebocoran, maka kami membuka kepala silinder kompresor udara dan langsung membongkar *valve* pada bagian *low pressure* dan *high pressure*. Setelah dibongkar, ternyata terlihat banyak endapan karbon di *valve* bagian *high pressure* tersebut. Endapan karbon tersebut memenuhi bagian *suction valv*e dan *delivery valve.*

B. ANALISIS DATA

Pada bagian ini penulis akan menguraikan data - data yang ada dan menjelaskan penyebab dari timbulnya masalah pada kompresor udara serta mencari hubungan dari permasalahan dan cara mengatasi permasalahan tersebut. Pada bagian ini penulis akan menguraikan data - data yang ada dan menjelaskan penyebab dari permasalahan tersebut :

Kompresor udara yang digunakan diatas kapal MV. TANTO RAYA merupakan kompresor udara dengan merk YANMAR. Adapun tenaga utama yang digunakan untuk menggerakan kompresor udara tersebut dengan memanfaatkan putaran motor listrik yang dihubungkan dengan sebuah kopling yang mana kopling tersebut juga dihubungkan ke roda gila pada kompresor. Sistem kerja untuk memampatkan udara ke dalam botol angin dengan menggunakan piston dalam silinder, udara tekan tersebut akan melewati 2 (dua) buah *valve* yakni pada bagian *low pressure* dan *high pressure*. Udara luar yang akan dihisap kompresor akan melewati sebuah saringan udara (*filter*) yang berfungsi untuk membersihkan udara dari kotoran yang dapat

menghambat kinerja *valve* pada bagian *low pressure* dan *high pressure*. Dikarenakan suhu kamar mesin dan pengaruh gesekan dari gerak torak, maka udara tersebut akan mengalami kenaikan suhu sehingga perlu didinginkan di dalam kompresor udara. Pada proses pendinginan ini dibantu menggunakan pendingin air tawar yang akan didinginkan kembali oleh air laut di kondensor. Panasnya udara tersebut akan diserap oleh air tawar yang bersirkulasi melewati dinding bagian luar silinder sebelum masuk ke dalam botol angin. Setelah didinginkan, udara tekan ini akan melewati pengering udara *(dehydrator*) untuk mengurangi kandungan air didalam udara. Udara tekan yang ada dalam kompresor akan digunakan sebagai *starting air* pada mesin induk, mesin bantu dan juga sebagai alat - alat yang menggunakan *pneumatic control system*. Selain digunakan sebagai mekanisme kerja mesin, juga dapat dipakai sebagai *air service* untuk di bagian *deck*. Dengan mengetahui sistem udara tekan dari kompresor udara, maka akan lebih mudah dalam memahami dan menganalisa masalah yang terjadi. Adapun seorang masinis yang dapat menguasai dan mengetahui sistem aliran udara tekan dari kompresor udara, maka akan memudahkan pekerjaannya di atas kapal sebagai seorang masinis yang handal dan *flexible*. Kinerja kompresor yang optimal ditentukan dari cara pengoperasian dan perawatan kompresor udara yang baik dan benar, serta didukung dengan adanya komponen - komponen yang memiliki fungsi dan kerja yang baik.

1. Keausan Pada Ring Piston

Penyebab dari ausnya piston ring adalah

a. Tidak ada perawatan sesuai jam kerja pada ring piston

Perawatan yang tidak dilakukan sesuai PMS (*plan maintenance system)* dapat menyebabkan berlebihnya jam kerja suatu *part* pada sebuah permesinan , karna jika sebuah *part* bekerja melebihi batas jam kerjanya maka *part* tersebut akan berkurang ketahanannya. Plan maintenance system (perencanaan perawatan) terdiri dari banyak elemen seperti rencana kerja, control, informasi dan instruksi. Sedangkan tujuan dari sistem ini adalah untuk menyusun rencana dan operasional kerja diatas kapal yang sudah ditetapkan oleh manager teknik di kantor pusat. Sistem ini akan memberikan perawatan secara berkesinambungan, sehingga perwira kapal dapat melaksanakan suatu program perawatan yang teratur walaupun terjadi

pertukaran masinis. Sedangkan urutan dari sistem perawatan ini dapat dituangkan dalam bentuk siklus.

b. Tidak Tersedianya suku cadang

Tidak tersedianya suku cadang juga dapat menyebabkan terlambatnya untuk perbaikan kerusakan ,yaitu kurangnya suku cadang dapat menghambat proses perawatan sehingga suatu suku cadang harus bekerja melebihi jam kerjanya yang telah ditentukan. Dalam mengupayakan suku cadang agar selalu tersedia di atas kapal kita masih memanfaatkan barang yang sudah harus diganti tersebut dengan cara melakukan perbaikan terhadap barang tersebut. Dengan cara melakukan perbaikan terhadap barang yang rusak tersebut, maka pada saat terjadi kerusakan kita harus segera melakukan perbaikan terhadap barang yang rusak tersebut.

2. Lamanya Tekanan Udara Naik Pada Bagian *High Pressure* Kompresor Ke Botol Angin

Tidak teraturnya perawatan pada kompresor terutama pada *suction valve* dan *delivery valve* sangat mudah terjadi kerusakan, karena apabila *valve - valve* tersebut tidak bisa berfungsi dengan baik, maka akan terjadinya penurunan kerja pada kompresor sehingga membuat para masinis harus menganalisis permasalahan yang terjadi pada kompresor udara tersebut. Hal tersebut telah dijelaskan secara deskriptif diatas sehingga didapat beberapa masalah yaitu:

a. Terjadinya Endapan Kotoran (Karbon) pada *Valve* tersebut

Pada bagian *high pressure* terdapat 2 *valve* yaitu *suction valve* dan *delivery valve*. Valve tersebut sangat mudah terjadi kerusakan. Oleh karena itu, dalam perawatannya harus dibutuhkan perhatian khusus. Hal tersebut disebabkan karena terdapat banyak endapan kotoran (karbon) yang mengakibatkan bocornya *valve* tersebut sehingga udara terhambat ketika akan melalui *high pressure* kompresor masuk ke dalam botol angin. Adapun endapan karbon tersebut disebabkan karena:

1) Ketidaknormalan suhu pada kompresor yang panas.

   Biasanya temperatur udara luar yang boleh dihisap oleh kompresor dibatasi sampai 40°C. Jika udara yang dihisap naik temperaturnya, maka udara tekan kompresor akan naik. Pada kompresor udara, jika yang dihisap dari ruangan kompresor mempunyai temperature yang tinggi, maka temperatur yang tinggi tersebut akan mempercepat proses karbonisasi minyak pelumas dan menghasilkan karbon. Hal ini juga memperpendek umur kompresor.

2) Pemakaian minyak pelumas yang tidak mengikuti instruksi buku manual.

   Minyak pelumas yang digunakan kompresor mempunyai beberapa karakteristik yang perlu mendapat perhatiaan yaitu titik nyala dan daya penguapan (*rate of evaporation*). Karakteristik - karakteristik tersebut berhubungan langsung dengan terbentuknya karbon di dalam minyak pelumas.

b. Bocornya *Suction Valve* dan *Delivery Valve* Pada Bagian *High Pressure*

Terjadi kebocoran di *suction valve* dan *delivery valve* pada bagian *high pressure* sangat berpengaruh dalam proses udara yang dihasilkan untuk masuk ke botol angin. Jika *valve* tersebut bocor, maka udara yang dihasilkan akan berkurang, sehingga pengisian udara ke dalam botol angin memakan waktu yang lama. Keadaan seperti ini membuat kompresor harus bekerja lebih lama untuk menghasilkan udara ke botol angin sebesar 30 bar. Kebocoran tersebut bisa disebabkan karena permukaan *valve plate* tidak rata. Tidak ratanya *valve plate* bisa dikarenakan kualitas dari *valve plate* tersebut kurang baik atau adanya endapan karbon yang terdapat pada *valve* tersebut sehingga tidak ratanya permukaan *valve plate* dan *spring valve* yang mengakibatkan adanya celah - celah kebocoran..

C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH

Dari permasalahan - permasalahan yang terjadi pada kompresor udara, maka perlu dipecahkan bagaimana cara penanggulangannya. Oleh karena itu diperlukannya suatu alternatif pemecahan masalah yang berhubungan dengan permasalahan yang terjadi, diantaranya :

1. Keausan pada ring piston

a. perawatan secara berkala

1) perawatan secara berkala artinya kita membiarkan mesin bekerja sampai 1000jam kerja, bertujuan untuk melakukan perawatan mencegah berkembangnya suatu kerusakan dengan menemukan kejanggalan sedini mungkin, hal ini dapat dilakukan penyetelan secara berkala, rekondisi pergantian suku cadang.

   Cara perawatan secara berkala memiliki perencanaan terhadap jam kerja pada komponen tersebut maupun laporan pencatatan jam kerja sebagai evaluasi terhadap perawatan. Oleh karena itu apabila mengalami kerusakan segera dilakukan perbaikan tanpa ada rencana untuk mencegah terjadinya kerusakan. Pada kejadian kedua kompresor udara yang mengalami penurunan tekanan yang diakibatkan keausan ring piston. Karena tidak pernah dilakukannya perawatan pada ring piston hingga menyebabkan keausan dan patahnya ring piston.

- Cara perawatan berkala

  Pada kompresor udara no 2 dilakukan pembongkaran ditemukan ring piston yang mengalami keausan dan patah. Masinis III segera mencari suku cadang ring piston dan sedangkan cadet engine membersihkan karbon-karbon yang menempel pada piston dan dinding piston pada kompresor dengan menggunakan *air brush.* Setelah piston dan dinding piston bersih masinis III segera melepas piston yang aus. Ring piston yang telah dilepas dari celah ring piston segera dibersihkan menggunakan amplas agar permukaan rata. Celah celah ring piston yang telah rata siap untuk di pasang dengan ring piston yang baru.

Setelah ring piston sudah terpasang semua, periksa minyak lumas pada kompresor karena minyak lumas faktor terjadinya keausan dan patahnya ring piston. Ternyata minyak lumas megandung butiran halus (bram) hasil pengkisan antara ring piston dan dinding silinder. tedapat butiran halus (bram) hasil pengkisan antara ring piston dan dinding silinder yang ikut dalam pelumasan pada komponen yang bergerak pada kompresor terutama ring piston. karena itu apabila telah melakukan pemeriksaan pada minyak lumas dan dihasilkan minyak lumas berwarna hitam dan terdapat butiran halus maka harus segera diganti dengan minyak lumas yang baru untuk mencegah kerusakan yang lebih pada komponen komponen kompresor udara. Walaupun penggantian seharusnya menurut manual book adalah 1000 jam tetapi harus segera di ganti untuk mencegah bertambah luasnya kerusakan yang terjadi.

b. Pencatatan setelah diadakan perbaikan:

Setelah piston yang sudah terpasang dan semua terpasang seperti semula, kompresor udara dijalankan hasilnya adalah tekanan kembali normal yaitu 15 bar. tekanan dapat dilihat dengan melihat pressure gauge pada kompresor udara. masinis segera membuat laporan jam kerja ring piston pada kompresor udara. setelah itu masinis III mencatatnya didalam komputer sebagai perencanaan untuk di lakukannya perawatan pada ring piston untuk mencegah terjadinya keausan yang mengakibatkan penurunan tekanan kompresi pada kompresor udara. Laporan yang telah di buat masinis III juga akan di berikan pada KKM sebagai bahan evaluasi untuk melakukan perawatan sesuai PMS terhadap ring piston.

2. Lamanya Tekanan Udara Naik Pada Bagian *High Pressure* Kompresor Ke Botol Angin

a. **Mencegah panas yang berlebih pada kompresor**

Upaya yang harus dilakukan yaitu mencegah panas yang berlebih pada kompresor tidak melebihi batas normalnya dan melakukan pembersihan pada endapan kotoran (karbon) yang melekat pada *suction valve* dan *delivery valve* pada bagian *high pressure*. Untuk mencegah panas yang berlebih pada

kompresor, maka yang harus dilakukan yaitu perawatan terhadap *blower - blower* yang ada di kamar mesin, termasuk melakukan penyeimbangan udara yang masuk ke kamar mesin dan udara yang keluar dari kamar mesin serta pembersihan saringan *(filter)* pada kompresor setiap 2000 jam sesuai dengan instruksi buku manualnya. Selain itu menggunakan minyak lumas yang sesuai dengan instruksi buku manualnya.

b. **Melakukan penggantian terhadap *suction valve* dan *delivery valve* pada bagian *high pressure* yang bocor.**

Untuk mengatasi hal tersebut, maka harus dilakukan pemeriksaan terhadap *suction valve* dan *delivery valve*. Untuk itu kita harus membongkar *valve - valve* tersebut. Jika *valve* tersebut sudah dibongkar, maka kita dapat mengetahui kondisi dari *valve* tersebut. Apakah *valve* tersebut memang dalam keadaan tidak rata atau *valve* tersebut dipenuhi oleh karbon yang menempel. Alternatif pemecahan masalah dari masalah tersebut yaitu dengan cara penggantian terhadap *valve* udara yang bocor dengan *valve* yang baru. Dalam melakukan penggantian terhadap *valve* udara kita harus memperhatikan prosedur keselamatan dan perbaikan yang sesuai dengan instruksi buku manual. Adapun prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

1) Periksa dan pastikan suku cadang yang akan dipergunakan ada.
2) Matikan kompresor udara dan pastikan tidak ada aliran listrik pada *power supply* dengan memindah ke posisi *OFF* pada *panel box*.
3) Tutup kran air pendingin dan udara yang masuk dan keluar kompresor.
4) Pastikan kompresor sudah dalam keadaan dingin.
5) Lepas *low pressure valve* dan *high pressure* pada kedudukannya.
6) Perhatikan posisi dan dudukan *valve* dengan baik agar tidak lupa pada saat pemasangan kembali.
7) Ganti *valve* yang lama dengan *valve* yang baru dan pastikan *valve* tersebut terpasang pada posisi yang benar.
8) Setelah *valve* tersebut terpasang dengan benar, kemudiaan lakukan pengetesan.

D. EVALUASI PEMECAHAN MASALAH

Dari beberapa alternatif pemecahan masalah yang telah dikemukakan, maka penulis mengadakan evaluasi pemecahan masalah yang ada sehingga mendapatkan solusi yang terbaik sebagai jalan keluar untuk mengatasi permasalahan yang ada. Adapun evaluasinya sebagai berikut :

1. Keausan Pada Ring Piston

a. Perawatan secara berkala

Mengupayakan agar suku cadang selalu tersedia di atas kapal.

Dalam mungupayakan suku cadang agar selalu tersedia di atas kapal dengan cara melakukan permintaan suku cadang kepada perusahaan sebelum terjadinya kerusakan dan menghindari keterlambatan dalam pengiriman suku cadang.

Melakukan permintaan suku cadang sebelum terjadinya kerusakan dan menghindari keterlambatan suku cadang harus dilakukan mengingat kerusakan dapat terjadi kapan saja.

1) Kelebihan :
   a) Suku cadang selalu tersedia kapanpun dibutuhkan.
   b) Pelaksanaan perawatan dapat berjalan dengan lancar.
   c) Tidak terjadi kendala suku cadang apabila terjadi kerusakan.
   d) Suku cadang selalu terkontrol dalam keadaan ada.
2) Kelemahan :
   a) Perusahaan harus menyediakan biaya tambahan dalam pengadaan suku cadang yang baru.
   b) Perusahaan tidak selalu mengirim permintaan suku cadang yang baru.

b. Perawatan setelah dilakukan perbaikan

Melakukan pemeriksaan secara teliti terhadap setiap suku cadang yang baru didatangkan.

1) Kelebihan :
   a) Memperoleh hasil yang lebih baik dalam hal penggantian suku cadang.
   b) Tidak akan terjadi kerugian dalam hal suku cadang yang baru.

2) Kekurangan :
   a) Membutuhkan waktu yang lebih untuk melakukan hal tersebut.
   b) Para Masinis harus melakukan pengecekan ulang dalam dan harus memastikan bahwa suku cadang yang di pesan sudah benar.

2. Lamanya Tekanan Udara Naik Pada Bagian *High Pressure* Kompresor Ke Botol Angin

a. Mencegah panas yang berlebih pada kompresor
   Mencegah timbulnya panas yang berlebih pada kompresor

   1) Kelebihan :
      a) Dapat melakukan pekerjaan yang lebih lama
      b) Mencegah kerusakan yang lebih lanjut.
   2) Kekurangan :
      a) Waktu luang yang dimiliki masinis berkurang.
      b) Butuh pekerjaan tambahan dalam pengontrolan suhu pada kompresor.

b. Melakukan penggantian terhadap *suction valve* dan *delivery valve* pada bagian *high pressure* yang bocor
   Penggantian *valve* - *valve* tersebut memang sudah harus dilakukan mengingat jam kerja dari pada *valve* - *valve* tersebut telah habis.
   1) Kelebihan :
      a) Kompresor dapat bekerja seperti dalam keadaan baru.
      b) Tidak membutuhkan waktu yang lama dalam proses penggantiannya dibandingkan dengan proses perbaikan terhadap *valve* tersebut.
   2) Kekurangan :
      a) Perusahaan harus menyediakan biaya lebih dalam pengadaan suku cadang yang baru di atas kapal agar suku cadang selalu tersedia.

E. PEMECAHAN MASALAH YANG DIPILIH

Dari beberapa alternatif pemecahan masalah yang telah dievaluasi oleh penulis dengan melihat dari segi keuntungan dan kerugiannya, maka penulis mengambil pemecahan masalah yang terbaik antara lain :

1. Keausan Pada Ring Piston

a. Mengupayakan agar suku cadang selalu tersedia di atas kapal.

Jika ada suatu permasalahan tentang komponen - komponen mesin yang harus diganti, maka dengan adanya suku cadang tersebut permasalahan yang terjadi dapat segera diatasi tanpa menunggu adanya kerusakan yang lebih lanjut pada mesin tersebut yang diakibatkan tidak ditanganinya secara cepat dan tepat. Untuk menanggapi permasalahan ini, sering kali ditemukan banyak kekurangan tentang penyediaan suku cadang.

2. Lamanya Tekanan Udara Naik Pada Bagian *High Pressure* Kompresor Ke Botol Angin

a. Melakukan penggantian terhadap *suction valve* dan *delivery valve*

Upaya yang dilakukan yaitu melakukan penggantian terhadap *suction valve* dan *delivery valve*. Untuk mengatasi hal tersebut, maka harus dilakukan pemeriksaan terhadap *suction valve* dan *delivery valve*. Untuk itu kita harus membongkar *valve* - *valve* tersebut. Jika *valve* tersebut sudah dibongkar, maka kita dapat mengetahui kondisi dari *valve* tersebut. Apakah *valve* tersebut memang dalam keadaan tidak rata atau *valve* tersebut dipenuhi oleh karbon yang menempel. Alternatif pemecahan masalah dari masalah tersebut yaitu dengan cara penggantian terhadap *valve* udara yang bocor dengan *valve* yang baru. Dalam melakukan penggantian terhadap *valve* udara kita harus memperhatikan prosedur keselamatan dan perbaikan yang sesuai dengan instruksi buku manual

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah melihat berdasarkan hasil pembahasan dan uraian mengenai bab - bab sebelumnya, maka penulis dapat menarik kesimpulan bahwa upaya mengatasi kendala kompresor udara guna menunjang pengoperasian permesinan di kapal MV. TANTO RAYA dapat dilakukan dengan cara :

1. Keausan pada ring piston

keausan yang terjadi pada ring piston karena tidak ada pemeriksaan rutin atau perawatan sesuai PMS pada kompresor udara. Sehingga tekanan kompresi pada kompresor berkurang yang mengakibatkan lamanya pengisian ke botol angin, mengganggu kelancaran operasional dan dalam mungupayakan suku cadang agar selalu tersedia di atas kapal dengan cara melakukan permintaan suku cadang sebelum terjadinya kerusakan dan menghindari keterlambatan dalam pengiriman suku cadang, maka pada saat terjadinya kerusakan atau jam kerja dari suku cadang tersebut habis, suku cadang yang baru sudah dalam keadaan siap pakai sehingga bisa langsung dilakukan penggantian pada MV.TANTO RAYA .

2. Lamanya Tekanan Udara Naik Pada Bagian *High Pressure* Kompresor Ke Botol Angin

Tidak teraturnya perawatan pada kompresor terutama pada *suction valve* dan *delivery valve* sangat mudah rusak, karena apabila *valve - valve* tersebut tidak bisa berfungsi dengan baik, maka akan terjadinya penurunan kinerja pada kompresor. Pada bagian *high pressure* terdapat 2 *valve* yaitu *suction valve* dan *delivery valve*. Valve tersebut sangat sensitif. Oleh karena itu, dalam perawatannya harus dibutuhkan perhatian khusus. Hal tersebut disebabkan karena terdapat banyak endapan kotoran (karbon) yang mengakibatkan

bocornya *valve* tersebut sehingga udara terhambat ketika akan melalui *high pressure* kompresor masuk ke dalam botol angin.

B. SARAN

Menyadari banyaknya permasalahan yang timbul mengenai keausan pada ring piston yang dapat menyebabkan turunnya tekanan kompresi pada kompresor udara dan lamanya tekanan udara naik pada bagian high pressure kompresor ke botol angin, maka penulis memberikan saran - saran agar tidak terjadi lagi kesalahan yang sama di atas kapal untuk kedepannya. Adapun saran - saran yang perlu diketahui dalam upaya mengatasi kendala pada kompresor udara di atas kapal antara lain:

1. Kurangnya Suku Cadang Yang Tersedia di atas Kapal

Sebagai kepala kamar mesin, hendaknya membuat suatu daftar perawatan terhadap kompresor udara terutama katup isap tekan dan ring piston yang mengalami kerusakan sesuai planing maintenance system (PMS) agar perawatannya dapat tetap dilakukan secara konsisten dalam hal memantau kegiatan-kegiatan perawatan yang telah dilaksanakan di dalam daftar tersebut serta membuat catatan perawatan yang didalamnya memuat riwayat perawatan terhadap katup isap katup tekan dan ring piston kompresor udara. KKM hendaknya memberikan bimbingan dan pengertian kepada bawahannya mengenai pentingnya pemahaman tentang perawatan dan perbaikan pada permesinan.

2. Lamanya Tekanan Udara Naik Pada Bagian High *Pressure* Kompresor Ke Botol Angin

Dalam melakukan penggantian terhadap *suction valve* dan *delivery valv*e pada bagian high pressure yang bocor disarankan untuk melakukan pemeriksaan terhadap *suction valve* dan *delivery valve* dengan membongkar *valve-valve* tersebut jika sudah dibongkar maka kita dapat mengetahui kondisi dari *valve* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Arrowsmith, J.W (1972). *Marine Engineering Practice* .

Stocker,Wilbert (1982). *Refrigerasi dan Pengkondisian Udara*

Souchotte, Ernest (1975). *Marine Auxiliary Machinery (edisi kelima).*

Tahara, haruo, Sularso (2000). *Pompa dan Kompresor*.

Yanmar Pneumatic Machinery (1987). *Instruction Manual Book For Yanmar Air Compressor*.