

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN STARTING AIR SISTEM
GUNA MENINGKATKAN KELANCARAN OPERASIONAL
MOTOR INDUK MT. SAMBU**

Oleh :

I WAYAN ARDIKA

NIS. 01700/T-I

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA**

2021

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



MAKALAH

**OPTIMALISASI PERAWATAN STARTING AIR SISTEM
GUNA MENINGKATKAN KELANCARAN OPERASIONAL
MOTOR INDUK MT. SAMBU**

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

Oleh :

**I WAYAN ARDIKA
NIS. 01700/T-I**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIKLAT PELAUT I
JAKARTA
2021**

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN




TANDA PERSETUJUAN MAKALAH

Nama : I WAYAN ARDIKA
NIS : 01700/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN STARTING AIR SISTEM
GUNA MENINGKATKAN KELANCARAN
OPERASIONAL MOTOR INDUK MT. SAMBU

Jakarta, Juni 2021

Pembimbing Materi

Pembimbing Penulisan



Riyanto. M.Pd. M.Mar.E

Pembina (IV/a)
NIP. 19740901 200212 1 002


RR. Retno Sawitri. M.M.Tr

Penata Tk.I (III/d)
NIP. 19820306 200502 2 001

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknika


Diah Zakiah. S.T.. M.T.
Penata TK. I (III/d)
NIP. 19790517 200604 2 015

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



TANDA PENGESAHAN MAKALAH

Nama : I WAYAN ARDIKA
NIS : 01700/T-1
Program Pendidikan : Diklat Pelaut - I
Jurusan : TEKNIKA
Judul : OPTIMALISASI PERAWATAN STARTING AIR SISTEM
VALVE GUNA PENINGKATAN KELANCARAN
OPERASIONAL MOTOR INDUK MT. SAMBU

Penguji I

Pande I.S Siregar MM .

Pembina Utama Muda (IV/C

NIP. 19620522 199703 1 001

Penguji II

Rivanto Mpd. M.Mar E

Pembina (IV/a)

NIP. 19740901 200212 1 002

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknika

Diah Zakiah, ST, MT

Penata TK. I (III/d)

NIP. 19790517 200604 2015

KATA PENGANTAR

Dengan penuh kerendahan hati, penulis memanjatkan puji serta syukur kehadirat Tuhan yang maha esa, atas berkat dan rahmatnya serta senantiasa melimpahkan anugerahnya, sehingga penulis mendapat kesempatan untuk mengikuti tugas belajar program upgrading Ahli Teknik Tingkat I yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Guna memenuhi persyaratan Kurikulum Program Upgrading ATT.I, maka semua pasis diwajibkan untuk membuat atau menulis sebuah makalah berdasarkan pengalaman selama bekerja di atas kapal dan ditunjang dengan teori-teori serta bimbingan dari pada dosen pembimbing STIP Jakarta. Sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan judul :

“OPTIMALISASI PERAWATAN STARTING AIR SISTEM GUNA MENINGKATKAN KELANCARAN OPERASIONAL MOTOR INDUK MT. SAMBU”

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan dalam penyusunan serta penulisan makalah ini, sehingga masih banyak kekurangan-kekurangan dan hasilnya masih belum sempurna.oleh sebab itu penulis membukakan diri untuk menerima kritik serta saran-saran yang positif guna menuju keperbaikan makalah ini. Selanjutnya segala rendah hati, bersama ini penulis menyampaikan rasa terima kasih sebesar besarnya kepada yang terhormat :


1. Yth. Bapak Amiruddin, M.M., selaku Kepala Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Yth. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., selaku Kepala Divisi Pengembangan Usaha Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
3. Yth. Ibu Diah Zakiah, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sekolah tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
4. Yth. Bapak Riyanto, M.Pd, M.Mar.E., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan pikirannya mengarahkan penulis pada sistematika materi yang baik dan benar.

5. Yth. Ibu RR. Retno Sawitri, M.MTr, selaku dosen pembimbing II yang telah meberikan waktunya untuk membimbing proses penulisan makalah ini
6. Seluruh Dosen dan staf pengajar Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas makalah ini.
7. Seluruh rekan-rekan yang ikut memberikan sumbangsih pikiran dan saran serta keluarga besar, istri dan anak-anak saya yang telah memberikan motivasi selama penyusunan makalah ini.

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

Jakarta, Juli 2021

Penulis,



I WAYAN ARDIKA

NIS. 01700/ T-I

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
TANDA PERSETUJUAN MAKALAH.....	ii
TANDA PENGESAHAN MAKALAH	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH	3
C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	4
D. METODE PENELITIAN	4
E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	5
F. SISTEMATIKA PENULISAN	6
 BAB II LANDASAN TEORI	
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. KERANGKA PEMIKIRAN	21
 BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
A. DESKRIPSI DATA.....	22
B. ANALISIS DATA.....	23
C. PEMECAHAN MASALAH	27
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN	37
B. SARAN	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
DAFTAR ISTILAH	

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Transportasi laut merupakan salah satu sarana yang menjadi pilihan bagi para pemakai jasa. Kegiatan penggunaan sarana transportasi laut sebagai jasa angkutan, dimana kapal sebagai salah satu sarana angkutan dan jasa transportasi laut yang penting. Mengingat dalam melayani kebutuhan transportasi laut yang semakin meningkat, tidak cukup hanya menyediakan kapal dalam jumlah yang banyak, tetapi juga harus mengupayakan agar kapal dalam keadaan siap pakai. Tentunya semua ini harus didukung dengan armada yang tangguh, serta tenaga pelaut yang professional, terampil, dan bertanggungjawab.

Lancarnya pengoperasian mesin induk tidak terlepas dari dukungan pesawat-pesawat bantu dengan sistem kerja dan perawatan yang baik. Mesin induk merupakan instalasi mesin yang berada di atas kapal yang berfungsi menghasilkan tenaga utama yang digunakan untuk menggerakkan kapal. Pada umumnya mesin induk yang digunakan di atas kapal merupakan jenis motor bakar (diesel), dimana system start mesinnya menggunakan udara bertekanan tinggi. Untuk menghasilkan udara bertekanan tinggi tentunya tidak lepas dari pesawat bantu kompresor udara yang ikut menunjang pengoperasian mesin induk.

Kapal MT. SAMBU adalah kapal tanker berbendera Indonesia, salah satu armada milik PT. Pertamina yang menggunakan mesin diesel sebagai mesin penggerak utamanya. Keberadaan mesin diesel di atas kapal amat penting, dimana mesin diesel dalam operasinya ditujukan untuk kelancaran operasional pelayaran. Salah satu penunjang untuk memulai beroperasinya mesin diesel ialah udara. Udara merupakan salah satu penunjang kelancaran operasi untuk mesin diesel, dimana udara merupakan langkah awal untuk memulai mesin beroperasi. Di atas kapal kita mengenal dengan sistem udara penjalan (*Air Starting System*).

Sistem udara penjalan di atas kapal dihasilkan oleh mesin bantu yang disebut kompresor udara dengan memakai tenaga listrik dari generator. Udara yang

dihasilkan oleh kompresor diteruskan ke botol angin (*Air reservoir*). Di dalam botol, udara tersebut bertekanan 25 bar sampai 30 bar. Menurut SOLAS 1974 Bab II tentang Konstruksi – Struktur, subdivisi dan stabilitas, mesin dan listrik instalasi, bahwa untuk mesin digerakkan langsung tanpa *reduction gear* (*gear box*) harus dapat di start 12 kali tanpa mengisi lagi, sedangkan untuk mesin - mesin dengan *gear box* dapat distart 6 kali. Tekanan udara dari bejana udara minimal 17 bar.

Kelancaran pengoperasian suatu mesin, terutama bagian-bagian yang membantu pengoperasian awal mesin induk yaitu yang berhubungan dengan udara start di atas kapal perlu didukung oleh kesempurnaan proses kerja dari setiap bagian atau komponen, agar mesin dapat bekerja dengan optimal. Salah satu komponen yang terdapat pada sistim udara start, yang mempengaruhi mesin tidak dapat berputar saat udara start sudah disuplai adalah kurangnya tekanan udara dari bejana udara yaitu udara dibawah tekanan 17 bar sehingga udara yang disuply dari botol angin tidak mampu memutar *air motor starting*. Kurangnya angin di dalam botol karena kerusakan pada salah satu komponen dari kompresor sehingga hanya satu kompresor yang bekerja dan membuat pengisian pada botol angin melambat.

Pada tanggal 12 April 2020 sewaktu kapal hendak olah gerak, Mesin Induk tidak dapat di start. Setelah mengadakan pengecekan ternyata *solenoid valve* pada *control air system* tidak bekerja dengan normal sehingga udara tidak dapat masuk ke dalam *air motor starting* untuk menjalankan mesin, akhirnya kami mengambil alternatif untuk menggunakan *manual starting* pada *solenoid* untuk membuka katup agar udara bisa masuk ke dalam *air motor starting* sehingga dapat memutar *flywheel* dan mesin dapat dijalankan.

Kendala lain muncul pada *main air compressor* karena proses pengisian pada *air reservoir* yang memakan waktu hampir 20 menit. Kendala atau hambatan yang disebabkan terjadinya kerusakan pada kompresor udara, sehingga kompresor tidak dapat bekerja secara optimal dalam menghasilkan udara bertekanan. Hal ini mengakibatkan proses pengisian udara start terlalu lama dan dapat mempengaruhi proses kelancaran operasional kapal terutama pada saat kapal hendak melakukan olah gerak kapal. Berdasarkan kendala diatas pihak kapal dan perusahaan mendapat komplain dari pencarter agar hal ini segera ditindak lanjuti.

Berdasarkan uraian diatas, maka Penulis mengambil judul : **“OPTIMALISASI PERAWATAN STARTING AIR SISTEM GUNA MENINGKATKAN KELANCARAN OPERASIONAL MOTOR INDUK MT. SAMBU”**

B. IDENTIFIKASI, BATASAN DAN RUMUSAN MASALAH

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang yang telah diuraikan diatas maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Kompresor udara tidak bekerja dengan efisien.
- b. Tekanan udara pada botol angin tidak mencukupi.
- c. *Solenoid valve* untuk starting tidak bekerja dengan normal.
- d. *Pressure switch* untuk mengatur *auto stop* tidak bekerja normal.
- e. Perawatan terencana pada kompresor utama tidak terlaksana dengan baik

2. Batasan Masalah

Supaya permasalahan diatas tidak terlalu meluas, maka penulis memberikan batasan masalah pada makalah ini berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja di MT. SAMBU sebagai *2nd Engineer* periode bulan Maret 2011 sampai Semtember 2011. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut:

- a. Kompresor udara tidak bekerja dengan efisien.
- b. Tekanan udara pada botol angin tidak mencukupi.

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas, penulis dapat merumuskan pembahasan pada makalah ini sebagai berikut:

- a. Mengapa kompresor udara tidak bekerja dengan efisien dan bagaimana cara mengatasinya ?
- b. Mengapa tekanan udara pada botol angin tidak mencukupi dan bagaimana cara mengatasinya ?

C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penulisan makalah ini yaitu:

- a. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab kompresor kompresor udara tidak bekerja dengan efisien dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.
- b. Untuk mengetahui dan menganalisis penyebab tekanan udara pada botol angin tidak mencukupi dan mencari alternatif pemecahan masalahnya.

2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penulisan makalah ini yaitu:

a. Manfaat secara Teoritis

Sebagai bahan pengetahuan bagi para masinis supaya lebih mengetahui secara dini apabila mendapat gangguan pada mesin yang tidak berputar saat udara start sudah disuplai, agar segera diatasi sehingga tidak mengganggu operasional kapal.

b. Manfaat secara Praktisi

Untuk memberikan gambaran atau bahan masukan bagi para pembaca mengenai penanganan dan pemeriksaan pada sistem udara penjalan, sehingga pada saat bekerja di atas kapal dapat dengan mudah melaksanakan atau menangani masalah jika terjadi gangguan.

D. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang penulis gunakan dalam penyusunan makalah ini diantaranya yaitu:

1. Metode Pendekatan

Dengan mendapatkan data-data menggunakan metode deskriptif kualitatif yang dikumpulkan berdasarkan pengamatan dan pengalaman penulis langsung di atas kapal. Selain itu penulis juga melakukan studi perpustakaan dengan pengamatan melalui pengamatan data dengan memanfaatkan tulisan-tulisan

yang ada hubungannya dengan penulisan makalah ini yang bisa penulis dapatkan selama pendidikan.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam membuat makalah ini, penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data yaitu:

a. Teknik Observasi (Berupa Pengamatan)

Data-data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan sehingga ditemukan masalah-masalah yang terjadi sehubungan dengan sistem udara penjalan guna menunjang kelancaran operasional Mesin Induk pada kapal MT. SAMBU.

b. Studi Dokumentasi

Data-data diambil dari dokumen-dokumen yang ada di atas kapal seperti *engine log book*, *planned maintenance system (PMS)*, *maintenance record*, *manual book* dan lain-lain.

c. Studi Kepustakaan

Data-data diambil dari buku-buku yang berkaitan dengan judul makalah dan identifikasi masalah yang ada dan literatur-literatur ilmiah dari berbagai sumber internet maupun di perpustakaan STIP.

E. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Dalam sebuah penelitian dibutuhkan waktu dan tempat sebagai objek penelitian. Adapun waktu dan tempat penelitian dalam makalah ini yaitu:

1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan saat penulis bekerja sebagai *2nd Engineer* di atas kapal MT. SAMBU sejak bulan Maret 2011 sampai bulan Sempember 2011.

2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan diatas MT. SAMBU berbendera Indonesia, dengan isi kotor 24167 T yang dioperasikan di alur pelayaran Indonesia.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

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

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini dijelaskan teori-teori yang digunakan untuk menganalisa data-data yang didapat melalui buku-buku sebagai referensi untuk mendapatkan informasi dan juga sebagai tinjauan pustaka. Pada landasan teori ini juga terdapat kerangka pemikiran yang merupakan model konsep tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

BAB III ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dijelaskan Deskripsi Data yang diambil dari lapangan berupa fakta-fakta yang terjadi selama penulis bekerja di atas kapal MT. SAMBU sebagai *2nd Engineer*. Dengan digambarkan dalam deskripsi data, kemudian dianalisis mengenai permasalahan yang terjadi dan menjabarkan pemecahan dari permasalahan tersebut sehingga permasalahan yang sama tidak terjadi lagi dengan kata lain menawarkan solusi terhadap penyelesaian masalah tersebut.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang kesimpulan sebagai penutup yang mengemukakan kesimpulan dari perumusan masalah yang dibahas dan saran yang berasal dari evaluasi pemecahan masalah yang dibahas didalam penulisan makalah ini dan merupakan masukan untuk perbaikan yang akan dicapai.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini penulis memaparkan teori-teori dan istilah-istilah yang berhubungan dan mendukung dari pembahasan permasalahan yang akan dibahas lebih lanjut pada masalah ini yang bersumber dari referensi buku-buku pustaka yang terkait.

1. Perawatan

a. Definisi Perawatan

Menurut Lindley R. Higgs and Keith Mobley (2002:33) dalam *Maintenance engineering handbook, sixth edition*, Perawatan adalah suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya. *Maintenance* atau Perawatan juga dilakukan untuk menjaga agar peralatan tetap berada dalam kondisi yang dapat diterima oleh penggunaannya

Menurut teori Goenawan Danoeasmoro, (2003:5) dalam buku “Manajemen Perawatan” menjelaskan bahwa perawatan adalah faktor paling penting dalam mempertahankan keandalan suatu peralatan. Semua tahu bahwa perawatan memerlukan biaya yang besar sehingga banyak yang sering menunda pekerjaan perawatan agar dapat menghemat biaya. Namun hal itu justru berakibat sebaliknya, karena sebenarnya penundaan itu akan mengakibatkan kerusakan dan malahan membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dari biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan.

b. Sistem Perawatan Permesinan Kapal

Menurut Ir. Jusak Johan Handoyo, (2013:57) dalam bukunya Sistem Perawatan Permesinan Kapal bahwa tujuan pemantauan kondisi adalah untuk menemukan kembali informasi tentang kondisi dan perkembangan mesin dan peralatannya sehingga tindakan korektif dapat diambil sebelum terjadi kerusakan.

Macam-macam rencana kerja dalam sistem perawatan permesinan kapal yaitu :

1) Rencana kerja warisan

Rencana kerja berdasarkan kondisi mesin yang sudah memerlukan perawatan dan perbaikan. Misalnya : mesin-mesin yang sudah dalam kondisi rusak, sedangkan yang masih bekerja baik belum perlu dirawat.

2) Rencana kerja prioritas

Rencana kerja berdasarkan prioritas pada mesin-mesin yang penting, yang langsung berkaitan dengan operasi kapal. Misalnya : mesin induk, *auxiliary engine*, mesin kemudi, ketel uap dan lainnya.

3) Rencana kerja terencana

Rencana kerja berdasarkan jam kerja yang sudah waktunya untuk dilakukan perawatan dan perbaikan, walaupun mesin masih bekerja baik namun sudah waktunya harus di *overhaul*, mencegah terjadinya kerusakan.

4) Rencana kerja kondisi

Rencana kerja kondisi yang masih ada di atas kapal, yaitu hanya mesin-mesinnya yang mempunyai suku cadang yang cukup saja mendapatkan perawatan dan perbaikan.

5) Rencana kerja insidental

Rencana kerja menunggu apabila terjadi kerusakan, baru dilaksanakan perawatan dan perbaikan, walaupun kapal harus mengalami penundaan operasi.

c. Jenis-Jenis Perawatan

Menurut J.E Habibie dalam NSOS (2002:15) Perawatan dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelompok yaitu :

1) Perawatan Insidentil

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

2) Perawatan Terencana

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

a) Perawatan korektif

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

b) Perawatan pencegahan

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

3) Perawatan Berkala

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

4) Perawatan Berdasarkan Pantauan Kondisi (Pemeliharaan Prediktif)

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

d. Tujuan Perawatan

Pada Chapter II Part C, D, E, dengan jelas menegaskan bahwa semua kapal dari Negara IMO harus melaksanakan perawatan dan perbaikan mesin kapal. Tujuan umum Sistem Perawatan dan Perbaikan Mesin Kapal, yaitu :

- 1) Untuk memperoleh pengoperasian kapal yang teratur, serta meningkatkan penjagaan keselamatan awak kapal, muatan dan peralatannya.
- 2) Untuk memperhatikan jenis-jenis pekerjaan yang paling mahal/ penting yang menyangkut waktu operasi, sehingga sistem perawatan dapat dilaksanakan secara telit dan dikembangkan dalam rangka penghematan / pengurangan biaya perawatan dan perbaikan.
- 3) Untuk menjamin kesinambungan pekerjaan perawatan sehingga *Team Work's Engine Department* dapat mengetahui permesinan yang sudah dirawat dan yang belum mendapatkan perawatan.
- 4) Untuk mendapatkan informasi umpan-balik yang akurat bagi kantor pusat dalam meningkatkan pelayanan, perancangan kapal dan sebagainya, sehingga fungsi kontrol manajemen dapat berjalan.

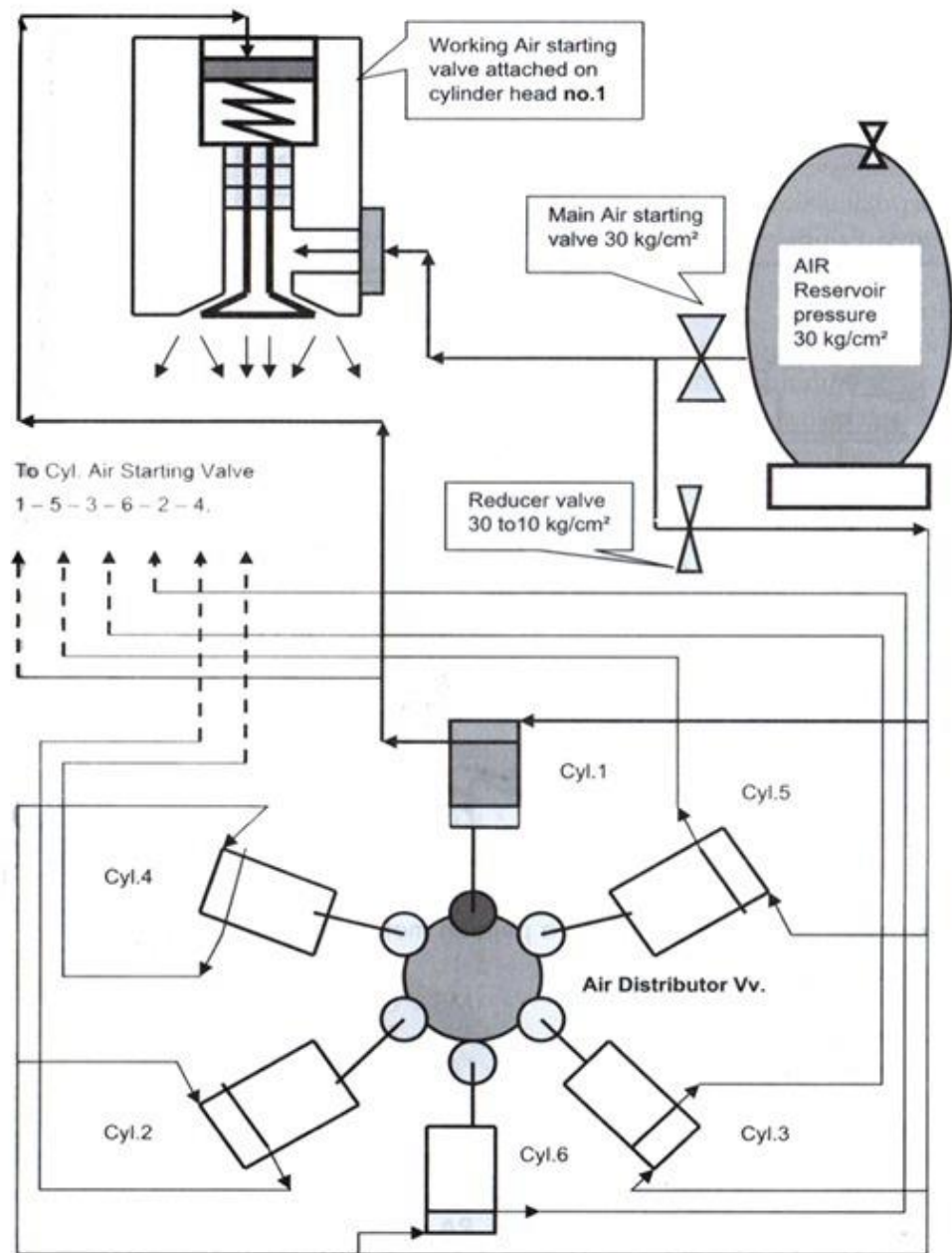
2. Starting Air System

a. Definisi Starting Air System

Menurut *Manual Instruction Book* bahwa pada mesin diesel penggerak utama, untuk jenis lebih dari 5.000 HP, umumnya menggunakan udara pejalan (*air starting*) sebagai pengganti Magnetic Accu sebagai tenaga untuk memutar mesin.

Menurut (2015::23) pada umumnya, sistem start dibagi menjadi 2 kategori, yaitu Direct dan Indirect, Direct yaitu starting dilakukan dengan perlakuan langsung terhadap ruang bakar / piston dengan menyuplay

tekanan udara keruang bakar sehingga piston akan bergerak. Sedangkan untuk Indirect yaitu starting engine yang dilakukan dengan perlakuan terhadap crankshaft nya atau flywheelnya yaitu dengan memutar flywheel menggunakan motor.



Gambar 2.1 Air Starting System

Mesin diesel 4 tak mau pun 2 tak menggunakan udara pejalan, udara pejalan yang diproduksi dari kompresor udara dan ditampung di dalam

bejana udara (*air reservoir*). Tekanan kerja udara pejalan yang disyaratkan yaitu 30 kg/cm^2 . Menurut SOLAS, bahwa untuk menggerakkan mesin yang tanpa *reduction gear* (*gear box*), udara pejalan harus dapat menjalankan (*start*) 12 (dua belas) kali start tanpa mengisi kembali, sedangkan untuk mesin yang menggunakan *gear box*. dapat dijalankan 6 kali start. Udara pejalan atau *air starting* adalah udara bertekanan tinggi antara $17\text{-}30 \text{ kg/cm}^2$ untuk menjalankan mesin penggerak utama, baik pada saat kapal akan berangkat atau tiba, juga pada saat kapal berolah gerak untuk sandar atau lepas sandar (*maneuver*)

b. Prinsip Kerja Starting Air System

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:126) untuk *start engine* baik pada saat kapal berangkat ataupun saat olah gerak, dilaksanakan sebagai berikut:

- 1) Udara dari bejana udara minimal 17 kg/cm^2 , karena bila tekanan udara kurang dari tekanan minimal tersebut, maka udara pejalan tidak akan mampu mendorong torak (piston) ke bawah.
- 2) Katup tekan di bejana udara dibuka penuh, agar udara dari bejana udara dapat sepenuhnya masuk ke dalam ruang silinder sesuai order ketika katup udara pejalan terbuka.
- 3) Katup udara pejalan terbuka dengan perintah air distributor, sesuai urutan *firing order* dengan tekanan udara dari bejana udara yang sudah direduksi dari tekanan $17\text{-}30 \text{ kg/cm}^2$ menjadi sekitar $8\text{-}10 \text{ kg/cm}^2$
- 4) Apabila *handle star* pada *engine control room* sudah siap dan ditekan kebawah, udara akan keluar dari sistem.
- 5) Udara ini diatur oleh *air distributor valve* dengan tekanan $8\text{-}10 \text{ kg/cm}^2$ untuk bekerja ke silinder yang bekerja pada proses ekspansi atau torak dari TMA menuju ke bawah (hanya ada 1 silinder aja yang bekerja) melalui *plunger* yang dikaitkan dengan *firing order*, misalkan *firing order*nya = 1-5-3-6-2-4.
- 6) *Air distributor valve* tugasnya mengatur plunger yang bekerja dan

udara ini langsung menggerakkan torak melalui dalam *air distributor valve* di masing - masing *cylinder head*.

- 7) Jadi udara yang keluar dari bejana udara tersebut ada 2 cabang udara yang melaksanakan tugas berbeda yaitu udara bertekanan antara 8- 10 kg/cm² untuk mengatur *air distributor* sampai ke *air starting valve*, sedangkan udara bertekanan 17-30 kg/cm² melalui *air starting valve* masuk ke dalam *cylinder head* mendorong torak ke bawah dan memutar poros engkol mesin.
- 8) Proses bekerjanya udara pejalan tersebut di atas hanya beberapa detik, yaitu pada posisi *handle start* di titik 'start' antara 5-10 detik untuk mempercepat susulan udara pejalan masuk ke silinder berikutnya. Selanjutnya udara pejalan ke distributor akan menutup, pada saat *handle start* diteruskan maju ke pembukaan bahan bakar. Kondisi berikutnya adalah mesin akan berputar lebih cepat menghasilkan lebih dari satu putaran, yang mengakibatkan terjadinya pembakaran pada salah satu silinder mesin, sehingga mesin dapat berputar sendiri.
- 9) Pada prinsipnya setiap mesin dengan lebih dari 6 silinder atau setiap $360/16 = 60^\circ$ mampu menghasilkan pembakaran dengan cepat, apabila terjadi mesin sudah berputar berulang-kali, tetapi mesin belum juga dapat bekerja sendiri, maka perlu dilakukan pemeriksaan antara lain pada *piston ring*, pengabut, pompa bahan bakar, *timing injection*, katup buang/ masuk dan lainnya.
- 10) Nok udara pejalan (*air starting cam*) bekerja pada saat maju (*ahead*) = 34° setelah (*after*) *top dead centre* (TMA/Titik Mati Atas Mundur (*astern*) = 34° sebelum (*before*) *top dead centre* (TMA/Titik Mati Atas)

c. Prinsip Kerja Air Starting Valve

Udara pejalan yang bertekanan 30 bar dari *manifold* masuk ke dalam ruangan bagian atas dari *valve* melalui lubang udara yang ada di sekeliling *starting valve (circumferential port)*. Tekanan udara tidak akan membuka katup pejalan dikarenakan pegas yang menahan *valve* tetap tertutup dan

area bagian *piston* tekanannya berimbang sama dengan tekanan yang ada pada *valve*. Ketika *valve* akan dibuka, udara bertekanan 30 bar dari *air distributor* masuk pada bagian atas dari *body* di atas *piston* dari *starting valve* dan tekanannya lebih besar dari tekanan *spring* yang menahan *valve*, maka *valve* akan terbuka. Ketika sinyal dari *air distributor valve* terhenti, maka *spring* akan menutup *valve* kembali. Setelah mesin berjalan udara pejalan akan kembali ke *air manifold*.

3. Kompresor Udara

a. Definisi Kompresor Udara

Menurut Haruna Taham (2004:32) dalam buku Pompa dan Kompresor menyatakan bahwa kompresor adalah mesin yang digunakan untuk memampatkan udara dan gas yang dihisap dari udara luar di atmosfer. Udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor udara kemudian disimpan di tangki penampungan atau biasa disebut botol angin.

Berdasarkan buku *Principles Of Naval Engineering* dalam tulisan yang berjudul *Compressed Air Plants* mengatakan bahwa kompresor udara menghisap udara dari atmosfer, tapi ada pula yang menghisap udara atau gas yang bertekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Dalam hal ini kompresor bekerja sebagai penguat, sebaliknya ada kompresor yang menghisap udara atau gas yang bertekanan lebih rendah dari pada tekanan atmosfer. Dalam hal ini kompresor disebut pompa vakum.

Kompresor udara terdapat dalam berbagai jenis dan model tergantung pada volume dan tekanannya. Klasifikasi kompresor dapat digolongkan atas dasar tekanannya yaitu tekanan tinggi, tekanan agak rendah dan tekanan sangat rendah. Sebutan kompresor (pemampat) dipakai untuk jenis yang bertekanan tinggi, *blower* (peniup) untuk yang bertekanan agak rendah. Atas dasar pemampatannya kompresor dibagi atas jenis turbo dan jenis perpindahan. Jenis turbo menaikkan tekanan dan kecepatan gas dengan gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh *impeller*, atau dengan gaya angkat yang ditimbulkan oleh sudu. Jenis perpindahan, menaikkan tekanan dengan memperkecil atau memampatkan volume gas yang dihisap ke

dalam silinder. *Form Planned Maintenance System (PMS)* untuk kompresor udara di kapal MT. Sambu dapat dilihat pada lampiran.

b. Cara Kerja Kompresor

Menurut Haruna Taham (2004:33) dalam buku Pompa dan Kompresor, bahwa cara kerja kompresor udara dua tingkat tekanan adalah pada saat *piston* berada pada titik mati atas (TMA) bergerak ke bawah katup isap terbuka dan *piston* mengisap udara, saat *piston* berada di titik mati bawah (TMB) katup isap dan katup tekan tertutup, saat *piston* bergerak ke atas udara dikompresikan dan katup tekan terbuka, udara bergerak ke *piston* bagian bawah (bagian tekanan tinggi) katup isap tekanan tinggi terbuka, *piston* bergerak ke atas menekan udara yang bertekanan tinggi serta katup tekan terbuka maka udara mengalir ke *air cooler* selanjutnya masuk *reservoir* sebagai penampung udara.

Silinder terisi penuh oleh udara atmosfer, titik pertama adalah awal kompresi. Kedua katup tertutup. Langkah kompresi, *piston* telah bergerak ke bawah, mengurangi volume awal udara dengan diikuti kenaikan tekanan. Katup-katup masih tertutup. Langkah kompresi menunjukkan kompresi dari titik pertama dan titik kedua dan tekanan dalam silinder telah mencapai tekanan dalam penampungan. *Piston* sedang menyelesaikan langkah pengiriman. Katup keluar terbuka sesaat setelah titik kedua. Udara bertekanan mengalir keluar melalui katup ke penampungan. Setelah *piston* mencapai titik ketiga, katup keluar akan tertutup, menyisakan ruang *clearance* yang terisi udara pada tekanan keluar.

Selama langkah ekspansi, kedua katup masuk dan keluar dan udara terjebak dalam ruang *clearance*. Kenaikan volume menyebabkan penurunan tekanan. Ini berlanjut selama bergerak, sampai tekanan silinder turun di bawah tekanan masuk pada titik keempat. Katup masuk sekarang membuka dan udara akan mengalir ke dalam silinder sampai langkah balik ini pada titik pertama. Pada titik pertama, katup masuk akan menutup dan siklus akan terulang pada engkol berikutnya.

Saat kapal beroperasi diharapkan kompresor udara sebagai salah satu mesin bantu di kapal dapat bekerja dengan baik, yaitu dapat menghasilkan atau menyuplai udara dengan tekanan standar 30 bar dan mampu mengisi udara ke botol angin yaitu jika kondisi normal lama pengisian 10 menit, Tetapi bila kenyataannya kompresor udara tersebut hanya menghasilkan tekanan udara yang sangat rendah yaitu 10 bar dan waktu yang dibutuhkan untuk mensuplai udara pun terlalu lama yaitu 20 menit, ini berarti kompresor udara tersebut mengalami masalah.

c. Fungsi Dan Bagian-Bagian Kompresor Udara

Fungsi utama kompresor udara adalah menghasilkan udara bertekanan yang di butuhkan untuk start mesin induk, kebutuhan lain di dek maupun di kamar mesin dan kontrol pneumatik. Persyaratan yang diperlukan untuk jumlah kompresor udara di atas kapal tidak kurang dari dalam kompresor dengan penggerak listrik. Pada umumnya mesin diesel yang sudah modern menggunakan udara tekan pada tekanan 26 bar dan untuk kompresor tipe dua tingkat ini mampu mencapai tekanan tersebut. Kompresor ini pada umumnya tipe bolak-balik, dengan kem ungkinan bermacam-macam suhunya pada silinder atau dikombinasi kan pada putaran tingkat pertama dengan diikuti gerakan bolak-balik pada tingkat tinggi. Adapun bagian-bagian kompresor udara diantaranya :

a) *Cylinder Liner*

Liner nya terbuat dari besi cor berkelas dan dilengkapi dengan jaket pendinginan air di sekitarnya untuk menyerap/meredam panas yang diakibatkan selama proses kompresi. *Liner* nya dirancang sedemikian rupa sehingga bisa menurunkan tekana udaranya menjadi tekanan minimum.

b) *Piston / Torak*

Untuk jenis kompresor non-pelumas, *piston* nya dibuat dari paduan aluminium *alloy* sedangkan untuk jenis yang menggunakan pelumas, *Piston* nya terbuat dari besi cor, yang dilengkapi dengan ring piston.

c) *Piston Rod* / Batang Torak

Piston rod / batang piston terbuat dari campuran baja, dilengkapi dengan ring anti gesekan untuk mencegah dari kemungkinan bocornya kompresi udara. Batang torak (*piston rod*) berfungsi meneruskan gaya dari kepala silang ke torak.

d) *Connecting Rod* / Batang Penghubung

Batang penghubung / *connecting rod* berfungsi sebagai penghubung piston dengan poros engkol / *crank shaft* juga untuk meminimalkan daya dorong pada permukaan bantalan, meneruskan gaya dari poros engkol ke batang torak melalui kepala silang, batang penghubung ini harus kuat dan tahan bengkok sehingga mampu menahan beban pada saat kompresi. bahannya dibuat dari baja tempa.

e) *Big end Bearing and Main Bearing*

Bantalan-bantalan ini fungsinya untuk membuat kokoh pada saat terjadi gerak putaran pada mesin ini. Material nya terbuat dari campuran timah dan tembaga, jika perawatannya benar, bantalan-bantalan ini jam kerjanya bisa panjang, misalnya jika penggunaan jenis pelumas dan waktu penggantianannya dilakukan sesuai dengan manualnya.

f) *Crank shaft* / Poros Engkol

Poros engkol dirancang menjadi satu bagian, dilengkapi penyeimbang untuk menjaga keseimbangan dinamis selama berputar dengan kecepatan tinggi dan mencegah putaran melenceng karena gaya puntir yang besar. *Connecting Rod*, bantalan akhir dan bantalan utama semua terhubung ke poros engkol, crank pin dan jurnal pin dibikin licin untuk membuat bantalan berumur panjang.

g) *Frame dan Crankcase* (Kerangka)

Biasanya berbentuk persegi panjang dan mengakomodasikan semua bagian yang bergerak, sehingga di buat dari besi cor yang kuat. Fungsi utama adalah untuk mendukung seluruh beban dan berfungsi juga

sebagai tempat kedudukan bantalan, poros engkol, silinder dan tempat penampungan minyak dan dibuat dengan presisi tinggi untuk menghindari eksentrisitas atau misalignment/miring.

h) *Oil Pump* / Pompa Oli

Pompa minyak pelumas ini berfungsi untuk memasok minyak pelumas untuk semua bantalan, yang di gerakan oleh rantai atau hubungan antar gear, yang terhubung dengan poros engkol. Tekanan minyak dapat diatur dengan cara mengatur putaran, pada *regulator* semacam baut yang disediakan di pompa. Sebuah *oil filter* sebelum pompa juga dipasang untuk menyaring dari partikel-partikel yang bisa merusak bantalan.

i) Pompa Air Pendingin

Pada Beberapa kompresor terpasang pompa pendingin air yang digerakan oleh crankshaft menggunakan rantai atau *gear* (roda gigi), tapi ada juga sistem yang tidak dilengkapi pompa pendingin yang terpasang di *body*, tetapi menggunakan pasokan air dari sistem pendinginan utama atau tambahan.

j) *Suction dan Delivery Valve* (Katup Isap Dan Tekan)

Ini adalah katup *multi-plate* (piringan yang bertingkat) yang terbuat dari stainless steel dan digunakan untuk menghisap dan menekan sejumlah udara dari satu tahap ke tahap lainnya lalu masuk ke tanki udara. Pemasangan yang tepat dari katup ini sangat penting supaya operasi kompresor menjadi efisien.

4. Botol angin (*Air Reservoir*)

Air reservoir yaitu sebuah tabung atau bejana udara yang berfungsi menampung udara yang diproduksi kompresor udara. Penjelasan lebih lanjut akan dibahas pada sub bab selanjutnya.

Menurut Jusak Johan Handoyo (2015:126) bahwa botol angin (*Air reservoir*) merupakan salah satu bagian utama dari sistem udara penjalan yaitu sebuah

tabung yang berfungsi menampung udara yang diproduksi kompresor udara, bejana ini dilengkapi dengan beberapa katup masuk / keluar dan katup keamanan. Sedangkan *Main air receiver* menyimpan udara bertekanan yang diperlukan tabung udara dengan kemampuan menahan udara bertekanan tinggi hingga 30 bar.

Pada tabung udara terdiri dari badan tabung, *drain valve* dan kepala tabung. Pada kepala tabung terdapat *main stop valve*, *safety valve* dan *auxiliary valve*. *Safety valve* berguna sebagai pengaman jika terjadi tekanan yang melebihi tekanan yang disyaratkan oleh tabung, maka *valve* akan otomatis membuka. *Auxiliary valve* dapat digunakan sebagai sistem udara kontrol. Sistem udara kontrol biasanya mempunyai tekanan sekitar 8-10 bar, sehingga diperlukan *air reducer*. *Reducing station* berfungsi untuk mengurangi tekanan dari 30 bar menjadi 10 bar guna keperluan untuk pembersihan *turbocharger* dan pengisian tekanan pada tanki *hydrophore*.

Katup udara sering terlupakan, tidak mendapatkan perhatian dari masinis dalam hal perawatan sehingga sering terjadi kemacetan, lengket, tidak mau terbuka sehingga mengakibatkan mesin mengalami kesulitan pada waktu dijalankan (*start*). Hal ini dikarenakan, udara penjalan tidak mampu memutar *air motor starting* karena macet pada katup udaranya.

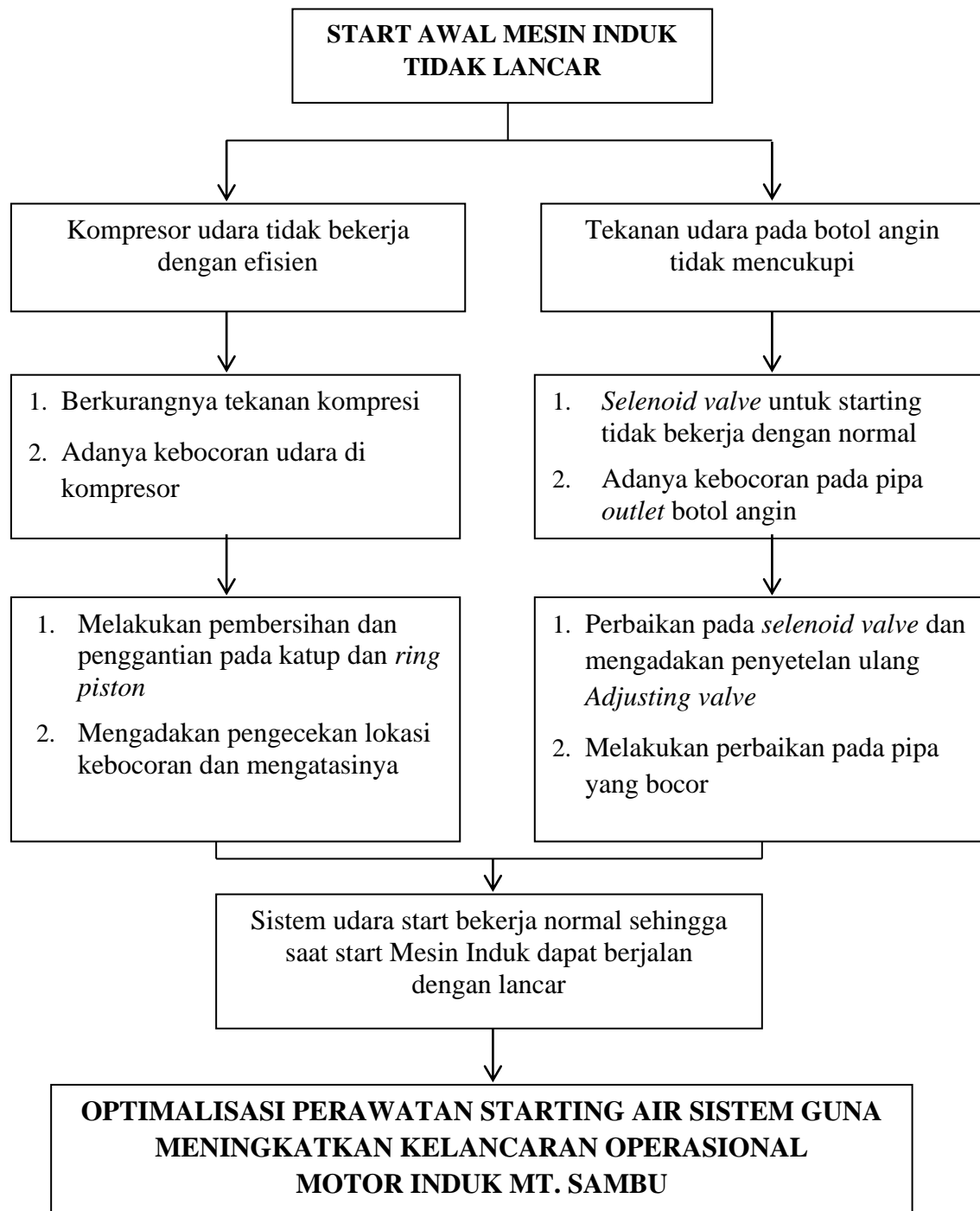
5. Mesin Induk

Menurut Jusak Johan Handoyo (2017:35) Mesin penggerak utama dalam arti luas adalah seluruh unit dalam satu ksatuan yang ditujukan untuk menggerakkan kapal selalu dalam kondisi laik laut sehingga kapal dapat dioperasikan untuk pengangkutan laut dengan kemampuan baik dan normal. Mesin diesel 2 tak ialah mesin yang dalam proses kerjanya membutuhkan 2 kali langkah torak yaitu dari TMA ke TMB untuk dapat menghasilkan usaha 1 kali langkah usaha dalam satu kali putaran poros engkol.

Pada dasarnya prinsip kerja mesin diesel 2 tak yaitu berlangsung selama satu putaran dan 2 kali langkah torak. Dimulai dari TMB pada langkah kompresi, hubungan dengan sebuah saluran bilas udara akan dialirkan

dengan tekanan 0,1 sampai dengan 0,15 bar dialirkan menuju ke pompa bila pada katup silinder yang ditempatkan diam sebuah katup tabung. Pada awal langkah ke atas torak akan menutup terlebih dahulu pintu-pintu bilas dan pada saat bersamaan katup buang akan tertutup. Lintasan tekanan identik dengan motor 4 tak selama langkah kompresi meskipun kompresi pada motor dua tak dimulai agak kemudian pada akhir langkah kompresi terjadi penyemprotan bahan bakar.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



BAB III

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. DESKRIPSI DATA

Berdasarkan pengalaman penulis selama bekerja diatas kapal MT. SAMBU yaitu terjadi beberapa kondisi yang berkaitan dengan sistem udara penjalan. Diantaranya yaitu:

1. Fakta I

Pada tanggal 12 April 2020 sewaktu kapal melakukan persiapan-persiapan yang diperlukan untuk kelancaran olah gerak kapal. Khusus untuk bagian mesin order yang dilakukan salah satunya adalah melakukan persiapan pada mesin induk. Salah satu hal yang dilakukan untuk menunjang kelancaran mesin induk adalah menjalankan kompresor udara, untuk menghasilkan udara yang bertekanan yang nantinya akan digunakan sebagai udara *start* awal untuk menjalankan Mesin Induk.

Kendala muncul pada *Main Air Compressor* karena proses pengisian pada *Air reservoir* atau botol angin yang memakan waktu hampir 20 menit. Kendala atau hambatan yang disebabkan terjadinya kerusakan pada kompresor udara, sehingga kompresor tidak dapat bekerja secara optimal dalam menghasilkan udara bertekanan. Hal ini mengakibatkan proses pengisian udara start terlalu lama dan dapat mempengaruhi proses kelancaran operasional kapal terutama pada saat kapal sedang melakukan olah gerak kapal. Berdasarkan kendala diatas pihak kapal dan perusahaan mendapat komplain dari pencarter agar hal ini segera ditindak lanjuti.

Karena kejadian tersebut Masinis II selaku yang bertanggung jawab terhadap kompresor udara dibantu oleh *oiler* untuk mengadakan pemeriksaan terhadap kompresor udara. Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap botol angin ternyata tidak ditemukan kerusakan maupun kebocoran pada botol angin. Kemudian

pemeriksaan dilanjutkan kepada instalasi udara yang dimulai dari botol angin, *packing-packing* pada kranti (*flanges*) sepanjang instalasi udara, pipa-pipa udara sampai ke kompresor udara. Setelah dilakukan pemeriksaan kompresor udara ternyata dalam keadaan jalan dengan temperatur kompresor udara sangat tinggi, ternyata panas tinggi yang terjadi pada kompresor disebabkan oleh kebocoran pada gasket dan katup udara, sehingga sewaktu udara dimampatkan melalui katup udara terlalu rendah dan tidak mencapai udara service yang dibutuhkan oleh mesin induk. Pada saat itu, masinis II segera melaporkan kerusakan tersebut kepada Kepala Kamar Mesin (KKM) dan melakukan perbaikan. Terjadinya kerusakan pada salah satu kompresor udara tersebut mengakibatkan produksi udara bertekanan untuk pengisian ke dalam botol angin menjadi terlambat, karena hanya dilayani oleh satu kompresor udara saja, hal ini mengakibatkan kegiatan olah gerak kapal menjadi terganggu.

2. Fakta II

Pada tanggal 11 Mei 2020 sewaktu kapal mendapat instruksi dari pihak pelabuhan untuk melakukan kegiatan bongkar muat. Pada saat olah gerak, mesin induk sebelah kanan tidak dapat di start. Setelah mengadakan pengecekan ternyata *solenoid valve* pada *control air system* tidak bekerja normal sehingga udara tidak dapat masuk ke dalam *air motor starting* untuk menjalankan mesin, akhirnya kami mengambil alternatif untuk menggunakan *manual starting* pada *solenoid* untuk membuka katup agar udara bisa masuk ke dalam *air motor starting* sehingga dapat memutar *flywheel* dan mesin dapat dihidupkan.

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 tersebut dan cara mengatasi permasalahan itu dari segi perawatan sebagai berikut:

1. Kompresor Udara Tidak Bekerja Dengan Efisien

Penyebabnya adalah:

a. Berkurangnya Tekanan Kompresi

Berkurangnya tekanan kompresi sehingga membuat kinerja kompresor menurun yang disebabkan oleh terjadinya kebocoran pada katup isap (*suction valve*) dan katup tekan (*delivery valve*). Katup isap dan tekan yang dipergunakan pada kompresor udara dapat membuka dan menutup sendiri sebagai akibat dari perbedaan tekanan yang terjadi antara bagian dalam dan luar silinder, katup-katup ini membuka dan menutup untuk setiap langkah bolak-balik dari *piston*. Karena itu, frekuensi kerjanya adalah yang paling tinggi diantara bagian-bagian lain dari kompresor. Kerusakan yang terjadi pada katup hisap (*suction valve*) dan katup tekan (*delivery valve*) disebabkan karena timbulnya karbon yang menempel pada permukaan katup yang terbentuk dari minyak yang terbawa oleh aliran udara sehingga timbul celah-celah kebocoran. Disamping itu kurangnya perhatian dan perawatan yang terencana terhadap kompresor udara, seperti terdapat jelaga dan sisi karbon yang terbentuk dari minyak di kompresor udara.

b. Adanya Kebocoran Udara Di Kompresor

Kompresor udara berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan dengan cara memampatkan udara di sekitarnya, yang dihisap oleh katup isap tekanan rendah melalui sebuah saringan udara (*filter*), selanjutnya udara melalui katup tekan tekanan rendah (*low pressure delivery valve*), kemudian udara didinginkan lalu dihisap oleh katup isap tekanan tinggi (*high pressure suction valve*), selanjutnya udara ditekan ke botol angin melalui katup *non-return valve*. Tidak maksimalnya kinerja kompresor udara dalam pengisian udara bertekanan kedalam botol angin disebabkan oleh kebocoran udara di kompresor.

Terjadinya kebocoran pada gasket di kepala silinder kompresor udara adalah salah satu penyebab utama dalam masalah ini. Karena mengurangi efisien dan kinerja dari kompresor udara tersebut. Hal ini perlu

ditanggulangi oleh masinis yang bertanggung jawab terhadap kompresor udara yaitu masinis II. Kebocoran pada gasket di kepala silinder kompresor udara disebabkan oleh perbedaan tekanan pada katup udara yang menyebabkan di kepala silinder terjadi panas yang sangat tinggi. Adapun yang menyebabkan gasket terjadi kebocoran karena penggunaannya sudah melebihi dari jam kerjanya. Karena setiap bahan tentunya dapat digunakan dengan baik dengan jangka waktu yang sudah ditentukan. Kita dapat mengacu di *manual book* untuk *maintenance* jika sudah mencapai jam kerjanya (*running hours*). Dimana dalam setiap melakukan perawatan pada kompresor udara gasket ini harus diganti pada saat perakitan kembali.

Gasket ini terbuat dari bahan tembaga khusus yang tahan panas, kebocoran terjadi karena penggunaan gasket yang lama atau gasket bekas pada saat perakitan sehingga gasket berubah posisi dari yang posisi semula. Kembali lagi pada buku instruksi manual bahwa penggantian gasket setiap mengadakan perakitan setelah selesai *maintenance*.

2. Tekanan Udara Pada Botol Angin Tidak Mencukupi

Penyebabnya adalah:

a. Solenoid Valve Untuk Starting Tidak Bekerja Dengan Normal

Masalah ini disebabkan karena *adjusting valve* tidak bekerja normal. *Adjusting valve* / *Reducing valve* adalah sebuah alat untuk mengubah atau mereduksi tekanan udara dari 3.0 Mpa atau 30 Bar menjadi 1.0 Mpa atau 10 Bar. Karena dengan tekanan 30 Bar jika tidak direduksi akan dapat merusak *solenoid valve* karena kita tahu *solenoid valve* sendiri terdiri dari komponen yang sangat kecil dan tentunya mempunyai tekanan kerja yang sudah ditentukan. Jika tekanan kerja melebihi akan dapat merusak komponen atau bahan yang ada didalamnya. Oleh karena itu *Reducing valve* sangat dibutuhkan dan mempunyai peranan penting agar tekanan kerja pada *solenoid valve* dapat terkontrol.

Reducing valve ini terbuat dari bahan kuningan khusus dimana didalamnya terdapat *membrane* untuk mengatur tekanan yang diperlukan, dimana

membrane ini ditekan oleh sebuah spring di salah satu sisinya dan sisi lainnya terdapat sebuah mur dan baut sebagai pengatur gerakan *membrane* tersebut. Baut inilah yang diputar untuk mengatur tekanan yang diinginkan. Dimana jika ingin mengatur tekanan jika terlalu tinggi maka baut diputar searah jarum jam untuk menurunkan tekanannya begitu pula sebaliknya, jika ingin menaikkan tekanan cukup memutar baut tersebut berlawanan arah jarum jam.

Solenoid valve yang digunakan bermerk Danfoss dengan part number EV 310 A 1B FL32 F NC040 AM024D Flange 32. Dimana *solenoid valve* ini menggunakan kumparan atau *coil* 24 Volt arus DC 9. 5 Watt. *Coil* inilah nantinya yang jika mendapat arus DC 24 Volt akan menarik *Valve* yang ada didalamnya sehingga udara dapat masuk melewati *solenoid valve* tersebut. *Coil* atau kumparan ini karena menggunakan arus DC tentunya arus DC yang + (plus) tidak boleh tertukar dengan arus DC yang – (minus) dan jika ini terjadi maka *coil* tersebut tidak dapat bekerja. Dan lebih parahnya lagi jika terjadi *short* atau hubungan singkat antara arus DC plus dan minusnya, karena ini dapat merusak *coil* dan *solenoid valve* tidak dapat bekerja. Disini Masinis dituntut untuk dapat membaca drawing atau gambar dan penggunaan Multitester yang baik dan benar sehingga tidak terjadi kesalahan yang dapat merusak barang yang ada.

b. Adanya Kebocoran Pada Pipa Outlet Botol Angin

Kompresor udara memerlukan pemipaan untuk menyalurkan udara bertekanan kepada peralatan pemakai. Pemipaan memerlukan kerja yang cermat dan teliti, karena pemasangan yang tidak benar dapat menimbulkan retakan dan kerusakan yang lain. Pipa yang diperlukan dalam instalasi antara lain : pipa keluar, pipa pembebas beban dan pipa pendinginan.

Adanya kebocoran pada pipa dikarenakan terjadi korosi akibat uap air yang terkandung di dalam udara. Udara yang dihisap dan dimampatkan di dalam kompressor akan mengandung uap air dalam jumlah cukup besar. Jika uap ini didinginkan udara yang keluar dari compressor, maka uap akan mengembun menjadi air. Akibatnya, lama kelamaan pipa akan mengalami korosi yang menyebabkan kebocoran pada pipa itu sendiri.

C. PEMECAHAN MASALAH

1. Alternatif Pemecahan Masalah

a. Kompresor Udara Tidak Bekerja Dengan Efisien

Masalah ini dapat diatasi dengan cara:

a. Alternatif 1: Melakukan Pembersihan dan Penggantian pada Katup dan *Ring Piston*

Berkurangnya tekanan kompresi sehingga membuat kinerja kompresor menurun yang disebabkan oleh terjadinya kebocoran pada katup isap (*suction valve*) dan katup tekan (*delivery valve*). Penggantian terhadap katup udara yang baru merupakan salah satu tindakan yang paling efektif dan efisien. Sehingga kinerja kompresor lebih optimal, dibandingkan dengan melakukan perawatan terhadap katup udara. Karena pada katup udara yang dilakukan pada proses *lapping* belum tentu mendapatkan hasil pemerataan katup secara normal kembali. Maka lebih ditekankan melakukan pergantian katup udara baru untuk mendapatkan hasil kinerja kompresor secara optimal.

Ring Piston pada kompresor juga berperan penting untuk menghasilkan udara bertekanan oleh karena itu perhatian khusus untuk *ring piston* harus dilakukan juga. Menurut *manual instruction book* bahwa *ring piston* harus diganti jika jam kerjanya sudah mencapai 5.000 jam atau melihat kondisi *ring piston* itu sendiri apakah kondisi masih layak digunakan atau tidak dengan melakukan pengukuran *ring piston* itu sendiri.

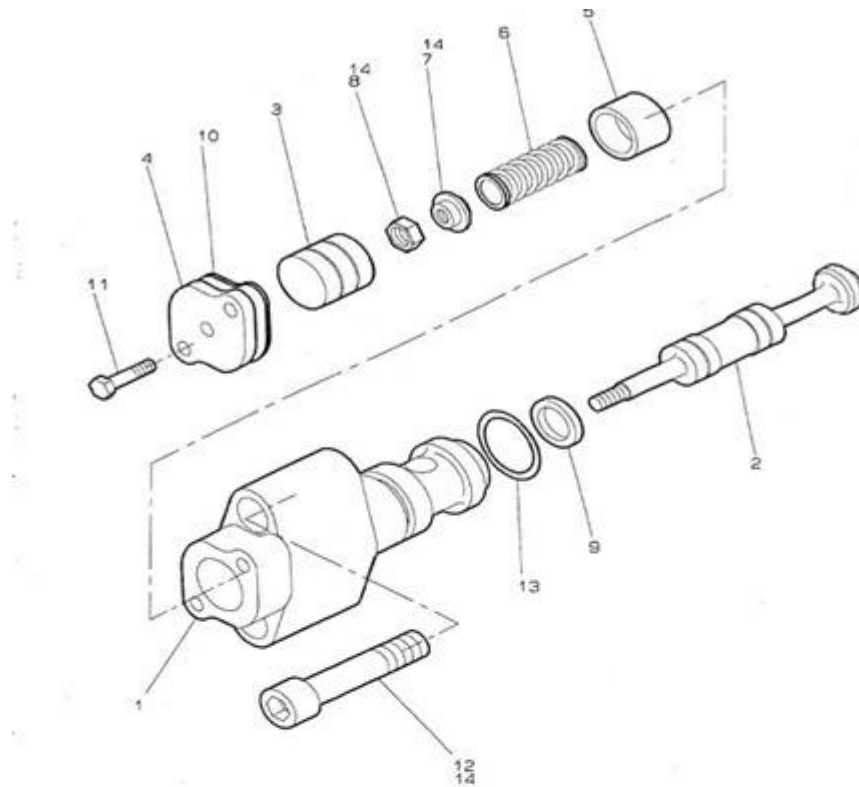
Adapun penggantian katup udara dan *ring piston* harus melihat suku cadang diatas kapal, penggunaan suku cadang di kapal terpenuhi, hal ini sangat mempengaruhi proses penggantian dan perawatan diatas kapal. Dalam melakukan penggantian terhadap katup udara dan *ring piston* harus memperhatikan prosedur keselamatan dan perbaikan sesuai dengan buku instruksi manual, penggantian katup udara dan *ring piston* dimaksudkan untuk meningkatkan kinerja dari kompresor udara. Karena katup udara dan *ring piston* merupakan salah satu

komponen utama pada kompresor udara, hal ini perlunya penggunaan suku cadang yang sangat berperan penting dalam melakukan penggantian katup udara dan *ring piston*.

Dalam melakukan penggantian dengan menggunakan suku cadang, *Chief Engineer* selaku pemimpin di kamar mesin wajib melakukan pengawasan dalam menggunakan suku cadang yang ada agar tidak keliru dalam penggunaan dan pemasangannya nanti harus selalu diawasi agar pemasangan tidak keliru dan harus selalu berpatokan pada buku instruksi manual.

Adapun prosedur penggantian katup udara dan *ring piston* pelaksanaannya sebagai berikut:

- 1) Matikan kompresor udara dan pastikan tidak ada aliran listrik pada *main power supply* dengan memindahkan *Switch* ke posisi *off*.
- 2) Tutup katup udara yang masuk dan keluar ke kompresor.
- 3) Pastikan kompresor sudah dalam keadaan dingin.
- 4) Kendurkan sambungan pipa pada kepala silinder.
- 5) Kendurkan mur kepala silinder dan angkat kepala silindernya.
- 6) Lepas katup pada dudukannya.
- 7) Lepaskan penutup depan *crankcase*.
- 8) Keluarkan silinder dari *crankcase* sehingga piston dan *ring piston* dapat terlihat jelas sehingga mempermudah dalam penggantian *ring piston*.
- 9) Pastikan posisi danudukan katup dan *ring piston* pada saat pemasangan kembali.
- 10) Urutan perakitan adalah urutan yang berlawanan dari pelepasan, setelah semuanya sudah dirakit ulang kemudian dilakukan pengetesan.



Starting Air Valve

Keterangan Gambar :

- | | |
|----------------------------------|-------------------|
| 1) <i>Body starting valve</i> | 8) <i>Gasket</i> |
| 2) <i>Starting valve spindle</i> | 9) <i>Gasket</i> |
| 3) <i>Piston</i> | 10) <i>Bolt</i> |
| 4) <i>Retainer</i> | 11) <i>Bolt</i> |
| 5) <i>Bush</i> | 12) <i>O-ring</i> |
| 6) <i>Spring starting valve</i> | 13) <i>O-ring</i> |
| 7) <i>Lock nut</i> | |

b. Alternatif 2: Mengadakan Pengecekan Lokasi Kebocoran Dan Mengatasinya

Dalam melakukan pengecekan lokasi kebocoran yang dilakukan oleh Masinis jaga dan *oiler* jaga, seharusnya mendapat pengawasan langsung dari *Chief Engineer* agar dapat mengetahui lokasi kebocoran dengan cepat. Adapun cara pengecekannya yaitu karena dikapal *compressor* utama ada dua maka pengecekan dilakukan satu persatu. *Compressor* dijalankan dan mengadakan perhitungan waktu mengisi

angin bertekanan ke dalam botol angin (*Air reservoir*). Jika salah satu *compressor* melakukan pengisian dalam waktu lama maka sudah dipastikan *compressor* tersebut yang tidak bekerja normal. *Compressor* yang mengalami kebocoran tentunya tekanan kompresi akan berkurang dan bisa dirasakan lokasi kebocorannya atau dengan menggunakan busa sabun. Jika kebocoran terjadi pada gasketnya tentunya kompresi akan berbalik ke *suction compressor* itu sendiri.

Telah dijelaskan pada analisis data diatas bahwa kebocoran pada kompresor disebabkan pada gasketnya. Oleh karena itu harus dilakukan penggantian dengan suku cadang yang baru. Penggantian gasket yang baru merupakan salah satu tindakan yang paling efektif dan efisien, bila dibandingkan dengan melakukan perbaikan pada gasket dengan menggunakan proses pemanasan gasket. Karena pada proses pemanasan gasket belum tentu akan mendapatkan hasil yang maksimal, setelah dilakukan perbaikan ternyata masih terjadi kebocoran pada gasket. Tentunya bila dilakukan pasti hanya akan membuang waktu dan dapat menghambat kinerja dari kompresor udara. Gasket merupakan salah satu komponen kompresor udara yang memiliki peranan penting dalam menunjang dan meningkatkan kinerja kompresor udara. Kerusakan yang terjadi pada gasket diindikasikan dengan menurunnya tekanan isap dan tekan karena adanya kebocoran pada gasket yang diakibatkan terjadinya panas tinggi pada kepala silinder kompresor udara.

Sesuai dengan yang ada dalam buku petunjuk dijelaskan mengenai hal-hal yang harus diperhatikan dalam penggantian gasket kepala silinder adalah sebagai berikut:

- 1) Matikan kompresor udara dan pastikan tidak ada aliran listrik pada *main power supply* dengan memindahkan posisi *switch breaker* ke posisi *off*.
- 2) Tutup katup udara yang masuk dan keluar dari dan ke kompresor udara.

- 3) Tandai terlebih dahulu bagian-bagian yang akan dibongkar (tujuannya agar memudahkan dalam pemasangan kembali).
- 4) Kendurkan sambungan pipa pada kepala silinder.
- 5) Kendurkan mur kepala silinder dan angkat kepala silindernya.
- 6) Lepas katup udara pada dudukannya.
- 7) Bersihkan kotoran-kotoran dan jelaga pada kepala silinder kompresor udara.
- 8) Pasang gasket yang baru di kepala silinder kompresor udara tersebut.
- 9) Urutan perakitan adalah urutan yang berlawanan dari pelepasan.
- 10) Setelah semuanya beres, lakukan pengetesan kompresor udara.

b. Tekanan Udara Pada Botol Angin Tidak Mencukupi

Pemecahan masalahnya adalah sebagai berikut:

a. Alternatif 1: Perbaikan pada *solenoid valve* dan mengadakan penyetelan ulang *Adjusting valve*

Reducing valve tidak bekerja normal tentunya akan menyebabkan kebocoran dan menaikkan tekanan kerja yang seharusnya tekanan kerja diatur maksimal 1.0 Mpa atau 10 Bar tekanannya bisa naik melebihi dari tekanan tersebut sehingga ini sangat berakibat fatal karena dapat merusak *solenoid valve* dan komponen lainnya. Karena kita tahu *solenoid valve* mempunyai tekanan kerja yang sudah ditentukan dan bila tekanannya melebihi dari tekanan maksimal akan berdampak kerusakan komponen didalam *solenoid valve*. Oleh karena itu peranan *Reducing valve* sangat penting agar tekanan udara yang masuk ke dalam *solenoid valve* bisa terkontrol.

Setelah penulis mengadakan pengecekan dan memastikan jika *Reducing valve* tidak bekerja normal sehingga mengambil kesimpulan untuk mengadakan pengecekan bagian dalam *Reducing valve* tersebut. Sehingga penulis menemukan adanya kerusakan pada *membrane* dan

kerusakan pada *o-ring*. *Membrane* yang ada sudah dalam kondisi robek dan *o-ring* sudah dalam kondisi mengeras dan patah sehingga harus diadakan penggantian.

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan pada saat melakukan pembongkaran pada *Reducing valve* agar dapat melakukan pekerjaan dengan aman dan baik antara lain:

- 1) Tutup *main valve* pada botol angin agar tidak ada suplai udara ke *control air system* untuk udara *start*.
- 2) *Drain* atau cerat udara didalam system dan memastikan tidak ada tekanan udara dengan melihat manometer yang ada.
- 3) Lepaskan *Reducing valve* dan *solenoid valve*.
- 4) Melakukan pembongkaran *Reducing valve* dan melakukan penggantian *membrane* dan *o-ring* yang rusak.
- 5) Melakukan pemasangan kembali dan melakukan penyetelan pada *Reducing valve* dengan tingkat tekanan terendah untuk menghindari tekanan berlebih pada saat pengetesan yang dapat merusak *solenoid valve*.
- 6) Setelah semuanya terpasang, melakukan pengetesan dengan membuka *main valve* pada botol angin agar sistem mendapatkan tekanan udara.
- 7) Melakukan penyetelan ulang pada *Reducing valve* untuk mendapatkan tekanan kerja yang diinginkan (1. 0 Mpa atau 10 Bar).

Jika *solenoid valve* tidak mendapatkan arus DC 24 Volt tentunya *solenoid valve* tidak dapat bekerja dengan baik, karena coil tidak akan menarik valve jika tidak mendapatkan arus DC 24 volt. Oleh karena itu perlunya pengecekan system elektrik untuk mengetahui apa penyebab arus DC tidak ada masuk ke dalam *solenoid valve* sehingga ditemukanlah bahwa coil pada *solenoid valve* sudah dalam kondisi *short* atau terjadi hubungan sehingga mengakibatkan arus DC min dan

plus bertemu dan memutuskan fuse atau sekering yang ada di dalam panel.

Setelah memastikan kerusakan pada *coil solenoid valve* maka kepala kamar mesin melakukan permintaan *spare part* ke kantor karena dikapal *spare part* ini tidak tersedia. Setelah *spare part* yang dipesan sudah tiba di kapal maka segera diadakan penggantian *spare part* yang rusak dengan *spare part* yang baru.

Untuk melakukan pengecekan sistem elektrik setidaknya harus mengetahui cara membaca *drawing* atau gambar untuk mempermudah dalam pengecekannya. Penggunaan alat alat penunjang lainnya seperti *multitester* juga harus diperhatikan untuk menghindari kerusakan alat tersebut. Disini tentunya perlu pengawasan dalam melakukan pekerjaan elektrik agar *crew* yang bekerja bisa bekerja aman dan selamat dan mencegah kerusakan yang diakibatkan oleh kelalaian kerja.

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan pada saat pengecekan system ini antara lain:

- 1) Membaca buku instruksi manual terutama mempelajari bagian *drawing* mengenai sistem ini.
- 2) Persiapkan alat-alat yang dibutuhkan.
- 3) Melakukan pengecekan dengan hati-hati terhadap sistem elektriknya.
- 4) Jika menemukan *fuse* yang putus segera diganti dengan yang baru.
- 5) Melakukan penggantian *solenoid valve* yang rusak dengan part baru.
- 6) Pastikan pada saat pelepasan *solenoid valve* tidak ada tekanan udara didalam sistem untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan.
- 7) Melakukan pemasangan *solenoid valve* baru.

- 8) Setelah semuanya terpasang adakan pengetesan dan memastikan sistem elektrik sudah dalam kondisi normal.

b. Alternatif 2: Melakukan Perbaikan Pada Pipa Yang Bocor

Adanya kebocoran pada pipa disebabkan terjadinya korosi / karat akibat uap udara yang mencair sebagaimana telah dijelaskan pada analisis data di atas. Untuk mengatasinya, pipa-pipa yang bocor harus diperbaiki dengan cara dilas jika memungkinkan. Akan tetapi jika kebocoran yang terjadi sudah parah maka pipa tersebut harus diganti dengan pipa yang baru.

Berikut penulis uraikan beberapa penanganan pada pipa-pipa yang berkaitan dengan kompresor udara, yaitu :

a) Pipa Keluar

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada penanganan pipa keluar adalah :

- (1) Bahan pipa yang berminyak, karatan, berlapis ter arang batu atau cat tidak boleh dipakai.
- (2) Untuk menyambung pipa keluar harus dipergunakan sambungan flens las.
- (3) Jika pipa keluar, mulai dari kompresor sampai dengan tangki udara atau pendingin akhir, beresonansi dengan pulsasi udara keluar maka akan timbul berbagai akibat yang negatip antara lain bunyi yang keras dan getaran pada pemipaan yang akan memperpendek umur kompresor serta menurunkan performansi dan efisiensi.
- (4) Temperatur udara keluar pada umumnya berkisar antara 140 °C - 180°C, sehingga pipa keluar harus mampu menampung pemuaian yang terjadi. Jika pipa sangat panjang, diperlukan dua atau satu belokan luwes untuk membuat pipa lebih elastis.

- (5) Sebuah pendingin akhir harus dipasang sedekat mungkin dengan kompresor untuk mengurangi pemanasan thermal pada pipa dan memperkecil kandungan air di dalam udara bertekanan.
- (6) Pipa harus ditumpu untuk mencegah getaran
- (7) Pada pipa keluar tidak boleh dipasang katup penutup. Jika penggunaan katup penutup tidak bisa dihindari maka diantara kompresor dan katup penutup harus dipasang katup pengaman dengan kapasitas yang cukup.

b) Pipa Pembebas Beban

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan pipa pembatas beban antara lain adalah :

- (1) Pipa pembebas beban dipasang antara katup pengatur tekanan dan tangki udara.
- (2) Bagian dalam pipa pembebas beban harus bersih sempurna dari kotoran dan minyak serta cat.
- (3) Sebelum katup pengatur tekanan dipasang harus dilakukan meniupan selama beberapa jam untuk menghilangkan karat, geram dan kotoran lain dari pipa keluar, tangki udara dan pipa pembebas beban.
- (4) Ukuran pipa pembebas beban harus sesuai dengan yang ditentukan oleh pabrik. Jika panjang pipa lebih dari 10 m atau sistem tidak dapat bekerja dengan baik maka harus diambil ukuran yang lebih besar.
- (5) Pada pipa pembebas beban tidak boleh dipasang katup penutup.

2. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

a. Kompresor Udara Tidak Bekerja Dengan Efisien

Evaluasi terhadap Kompresor Udara Tidak Bekerja Dengan Efisien sebagai berikut:

1) Alternatif 1: Melakukan Pembersihan dan Penggantian pada Katup dan *Ring Piston*

i. Keuntungannya:

- (a) Dapat mengatasi kebocoran kompresi sehingga pengisian ke dalam botol angin optimal.
- (b) Tekanan udara yang dihasilkan kompresor dapat mencapai tekanan yang diharapkan.

ii. Kerugiannya:

- (a) Membutuhkan waktu untuk pengerjaannya.
- (b) Membutuhkan biaya untuk penggantian katup dan ring piston.

2) Alternatif 2: Mengadakan Pengecekan Lokasi Kebocoran Dan Mengatasinya

a) Keuntungannya:

- 1) Kebocoran dapat diatasi dengan cara yang tepat.
- 2) Proses pengisian lebih sempurna.

b) Kerugiannya:

Membutuhkan pemahaman dan ketelitian Masinis dalam pelaksanaannya.

b. Tekanan Udara Pada Botol Angin Tidak Mencukupi

Pemecahan masalahnya adalah sebagai berikut:

1) Alternatif 1: Perbaikan pada *solenoid valve* dan mengadakan penyetelan ulang *Adjusting valve*

a) Keuntungannya:

Reducing valve dapat berfungsi dengan baik sehingga dapat mengubah atau mereduksi tekanan udara dari 30 bar menjadi 10 bar.

b) Kerugiannya:

Membtuhkan ketelitian dan pemahaman masinis dalam melakukan penyetelan ulang *reducing valve*.

2) Alternatif 2: Melakukan Perbaikan Pada Pipa Yang Bocor

a) Keuntungannya:

Aliran udara untuk botol angin lancar, sehingga tekanan udara pada botol angin tercukupi.

b) Kerugiannya:

Membutuhkan ketelitian dalam pelaksanaannya.

3. Pemecahan Masalah yang Dipilih

Berdasarkan evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah diatas, maka alternatif pemecahan masalah yang dipilih yaitu:

- a. Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi kompresor udara tidak bekerja optimal yaitu melakukan pembersihan dan penggantian pada katup dan *ring piston*.
- b. Pemecahan masalah yang dipilih untuk mengatasi tekanan udara pada botol angin tidak mencukupi yaitu perbaikan pada *solenoid valve* dan mengadakan penyetelan ulang *adjusting valve*.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan pada bab-bab sebelumnya mengenai upaya meningkatkan perawatan sistem udara penjalan yaitu terjadinya gangguan, dimana penyebabnya adalah:

1. Kompresor udara tidak bekerja dengan efisien disebabkan berkurangnya tekanan kompresi karena terjadi kebocoran pada katup isap dan katup tekan dan adanya kebocoran gasket karena penggunaanya sudah melebihi jam kerja. Cara mengatasinya yaitu melakukan pembersihan dan penggantian pada katup dan *ring piston*.
2. Tekanan udara pada botol angin tidak mencukupi disebabkan *solenoid valve* untuk starting tidak bekerja dengan normal dan adanya kebocoran pada pipa *outlet* botol angin. Cara mengatasinya yaitu melakukan perbaikan pada *solenoid valve* dan mengadakan penyetelan ulang *adjusting valve*

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan diatas, saran yang dapat penulis sampaikan kepada masinis dan pembaca jika menghadapi masalah yang serupa untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yaitu:

1. Agar kompresor udara bekerja dengan efisien, maka disarankan :
 - i. Kepada masinis II untuk melakukan perawatan berkala pada *main air compressor* sesuai dengan *Planned Maintenance System (PMS)*.
 - ii. Mengadakan pengecekan lokasi kebocoran dan segera mungkin untuk mengatasinya.
2. Agar tekanan udara pada botol angin mencukupi, maka disarankan :
 - a. Melakukan perbaikan pada *solenoid valve* dan mengadakan penyetelan ulang *Adjusting valve*.
 - b. Melakukan perbaikan pada pipa *outlet* botol angin yang bocor.

DAFTAR PUSTAKA

- Danoeasmoro, Goenawan. (2003). *Manajemen Perawatan*. Jakarta : Yayasan Bina Citra Samudra
- Habibie, J.E. (2002). *Manajemen Perawatan Kapal*. Jakarta : Djangkar
- Higgs, Lindley R. and Keith Mobley. (2002). *Maintenance Engineering handbook, sixth edition*. Bandung : Rineka Cipta
- Johan Handoyo, Jusak. (2015). *Sistem Perawatan Permesinan Kapal, Edisi 3*. Jakarta : Djangkar
- Johan Handoyo, Jusak. (2017). *Mesin Diesel Penggerak Utama Kapal, Edisi 3*. Jakarta : Djangkar
- Taham, Haruna. (2004). *Pompa dan Kompresor*. Jakarta : Salemba Empat
- Manual Instruction Book*