

**ANALISIS MENURUNNYA PRODUKSI UDARA PADA MAIN  
AIR COMPRESSOR DI ATAS KAPAL MT SC GOLD OCEAN**



**OLEH  
ORION MANTONG TANDILOLO  
NIT. 21.42.106  
TEKNIKA**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2025**

# **SKRIPSI**

## **ANALISIS MENURUNNYA PRODUKSI UDARA PADA MAIN AIR COMPRESSOR DI ATAS KAPAL MT SC GOLD OCEAN**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan

Diploma IV Pelayaran Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Program Studi Teknika

Disusun Dan Diajukan Oleh

ORION MANTONG TANDILOLO

NIT 21.42.106

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2025**

**SKRIPSI**

**ANALISIS MENURUNNYA PRODUKSI UDARA PADA MAIN  
AIR COMPRESSOR DI ATAS KAPAL MT. SC GOLD OCEAN**

Disusun dan Diajukan oleh:

**ORION MANTONG TANDILOLO**

**NIT. 21.42.106**

Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Skripsi Pada  
Tanggal 10 Oktober 2025

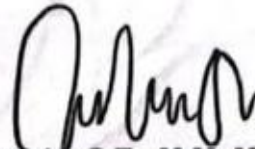
Menyetujui,

Pembimbing I



Tony Santiko, S.ST., M.Si., M.Mar.E  
NIP. 197601072009121001

Pembimbing II



Darwis, S.T., M.M., M.Mar.E  
NIP. 197307312023211002

Mengetahui :

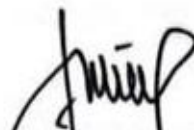
a.n.direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Pembantu Direktur 1

Ketua Program Studi Teknika



CAPT. Faisal Saransi, M.T., M.Mar  
NIP. 197503291999031002



Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P  
NIP. 197604092006041001

## **PRAKATA**

Peneliti berterima kasih kepada Tuhan atas belas kasihan dan karunia-Nya yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk memasuki program diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, siswa jurusan teknik harus menyelesaikan skripsi.

Karena mereka tidak memahami materi, waktu, dan data yang mereka kumpulkan saat menulis skripsi ini, penulis menyadari bahwa mereka kekurangan pengetahuan tentang tata bahasa, penyusunan kalimat, tata cara penulisan, dan pembahasan tentang penyampaian materi. Saran dan kritik yang membangun sangat membantu penulis untuk berhati-hati saat menulis skripsi.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih mereka dengan hormat :

1. Capt. Rudy Santoso, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu pelayaran Makassar.
2. Bapak Alberto, S.Si.T., M.Mar.E.,M.A.P, selaku Ketua Program Studi Teknika.
3. Sebagai pembimbing pertama, Bapak Tony Santiko, S.ST., M.Si., M.Mar.E., menghabiskan banyak waktu untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Sebagai pembimbing kedua, Bapak Darwis, S.T., M.M., M.Mar.E., selalu meluangkan waktunya untuk memberi nasihat dan mendorong untuk menyelesaikannya.
5. Seluruh dosen pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. Ayahanda Yulianus, Ibunda Selvi, Serta keluarga tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungannya baik moral dan materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

7. *Master, Chief Engineer, Engineers, Officers, and all crew of MT. SC GOLD OCEAN*
8. Chief Dapola Siburian, M. Mar, E. selaku kepala kamar mesin MT SC GOLD OCEAN, yang telah mengajari dan mendidik saya serta memberikan banyak motivasi untuk bekal saya kedepanya.
9. Seluruh Civitas Akademik Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
10. Seluruh taruna/i Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah membantu dalam memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terkhusus Angkatan XLII.

Akhir kata penulis berharap semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa selalu melindungi dan Memberkati kita semua, Amin.

Makassar, 10 Oktober 2025



**Orion Mantong Tandilolo**  
NIT: 21.42.106

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Orion Mantong Tandilolo  
NIT : 21.42.106  
Program Studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul: **Analisis Menurunnya Produksi Udara pada *Main Air Compressor* diatas Kapal MT SC GOLD OCEAN** Merupakan karya asli, seluruh ide yang ada di dalam skripsi ini, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

Jika pernyataan yang ada diatas terbukti sebaliknya, maka saya selaku penulis bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran makassar.

Makassar, 10 Oktober 2025



**Orion Mantong Tandilolo**  
NIT: 21.42.106

## ABSTRAK

Orion Mantong Tandilolo, 2025, **“ANALISIS PENYEBAB MENURUNNYA PRODUKSI UDARA PADA MAIN AIR COMPRESSOR DI ATAS KAPAL MT SC GOLD OCEAN”**, (Dibimbing oleh TONY SANTIKO, S.ST., M.Si., M.Mar.E dan DARWIS, S.T., M.M., M.Mar.E d.)

Salah satu sistem bantu utama di atas kapal adalah *main air compressor*, yang membantu berbagai sistem mekanis dan otomatisasi, terutama sistem pneumatik. *Main air compressor* sangat penting untuk menyediakan udara bertekanan yang dibutuhkan untuk keperluan mendesak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi komponen yang berkontribusi pada penurunan produksi udara pada *main air compressor*.

Penelitian ini dilakukan selama penulis melakukan peraktek laut (prala) di atas kapal MT SC GOLD OCEAN milik PT. SOECHI LINES. Tbk selama dua belas bulan lima hari, dari tanggal 12 Desember 2023 hingga 17 Desember 2024. Untuk mendapatkan data untuk penelitian ini, penulis menggunakan metode USG (*urgency*, *seriuosness*, dan *growth*), teknik observasi, dan studi pustaka yang relevan dengan topik skripsi..

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *main air compressor* tidak berfungsi dengan baik karena faktor usia yang telah melebihi batas maksimum yang ditentukan dalam buku manual, yaitu 2000 jam. Selain itu, ada kerak yang melekat pada *spring valve* dan saringan minyak lumas yang tersumbat menyebabkan kerusakan pada *ring piston*, yang menyebabkan pelumasan yang buruk pada bagian *ring piston*. Setelah penelitian ini, diharapkan bahwa saringan minyak lumas akan diperbaiki.

Kata Kunci: Perawatan dan *Main Air Compressor*

## **ABSTRACT**

Orion Mantong Tandilolo, 2025, “**ANALYSIS OF THE FACTOR CAUSES REDUCED COMPRESSED AIR OUTPUT IN THE MAIN AIR COMPRESSOR ON BOARD MT SC GOLD OCEAN**”, (supervised by TONY SANTIKO, S.ST., M.Si., M.Mar.E and DARWIS, S.T., M.M., M.Mar.E)

One of the primary auxiliary systems onboard a vessel is the main air compressor, which supports various mechanical and automation systems, particularly pneumatic systems. The main air compressor plays a critical role in supplying the pressurized air required for essential operational needs. The purpose of this study is to identify the components that contribute to the decline in air production in the main air compressor.

This research was conducted during the author's sea training (prala) aboard the MT SC GOLD OCEAN, owned by PT. Soechi Lines Tbk, for a period of twelve months and five days, from 12<sup>th</sup> December 2023 to 17<sup>th</sup> December 2024. To obtain the data for this study, the author employed the USG method (urgency, seriousness, and growth), observation techniques, and a literature review relevant to the thesis topic.

The results of the study indicate that the main air compressor was not functioning properly due to its operating hours having exceeded the maximum limit specified in the manual, which is 2,000 hours. In addition, scale accumulation on the spring valve and a clogged lube oil filter caused damage to the piston rings, leading to inadequate lubrication of the piston ring components. Following this research, it is expected that the lube oil filter will be repaired.

Key Word: Maintenance and Main Air Compressor

## DAFTAR ISI

<b>ANALISIS MENURUNNYA PRODUKSI UDARA PADA MAIN AIR COMPRESSOR DI ATAS KAPAL MT SC GOLD OCEAN</b>	<b>i</b>
<b>PRAKATA</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABLE</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat penelitian	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
A. Pengertian <i>Main Air Compressor</i>	6
B. Peranan <i>Main Air Compressor</i> Di Atas Kapal	8
C. Bagian-Bagian Utama <i>Main Air Compressor</i>	11
D. Prinsip Kerja <i>Main Air Compressor</i>	21
E. Pengertian dan fungsi dari <i>Valve Spring</i>	24
F. Alat alat <i>Safety</i> Pada <i>Main Air Compressor</i>	25
G. <i>Suction Valve</i> dan <i>Delivery Valve</i>	26
H. Jenis, Fungsi Dan Perawatan Pada <i>Ring Piston</i>	29
I. Kerangka Pikir	32
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	<b>33</b>
A. Jenis Penelitian	33
B. Definisi Operasional Variabel	33
C. Teknik Pengumpulan Data	34
D. Teknik Analisis Data	35
E. Tabel Jadwal Pelaksanaan Penelitian	36
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	<b>37</b>
A. Gambaran umum obyek penelitian	37
1. Sejarah Singkat Tentang Perusahaan	37

2.	Sejarah singkat MT SC GOLD OCEAN	37
3.	Data-Data Teknis MT SC GOLD OCEAN (ship's particular)	38
4.	Spesifikasi <i>Main Air Compressor</i>	40
B.	Penerapan Metode USG	42
C.	Kuisoner Prioritas Permasalahan Dengan Metode USG	43
D.	Hasil Penelitian	44
E.	Pembahasan	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>51</b>
A.	Kesimpulan	51
B.	Saran	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>53</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>56</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b>		<b>76</b>

## DAFTAR TABLE

Tabel 4. 1 Data-data Kompresor	41
Tabel 4. 2 Skala Likert	42
Tabel 4. 3 Total Hasil Kuesioner	43
Tabel 4. 4 Data Pengoperasian Kompresor Dalam Kondisi Normal	45
Tabel 4. 5 Data Pengoperasian Kompresor Dalam Kondisi Abnormal	45
Tabel 4. 6 Data Pengoperasian Kompresor Setelah <i>Overhaul</i>	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram alir udara tekan	10
Gambar 2. 2 <i>Cylinder Block</i>	12
Gambar 2. 3 <i>Crankshaft dan Connecting Rod</i>	14
Gambar 2. 4 <i>Piston</i>	16
Gambar 2. 5 <i>Spring Valve</i>	17
Gambar 2. 6 <i>Intercooler</i>	18
Gambar 2. 7 <i>Air Filter</i>	20
Gambar 2. 8 <i>Electro Motor</i>	21
Gambar 2. 9 Bagian-bagian <i>Spring Valve</i>	28
Gambar 2. 10 Kerangka Pikir	32

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang Masalah

Salah satu komponen yang sangat penting untuk operasional kapal adalah sistem pemampatan udara, juga dikenal sebagai air compressor, terutama dalam mendukung sistem pneumatik, yang digunakan untuk menyediakan udara bertekanan pada berbagai peralatan mesin induk dan mesin bantu. Di atas kapal, main air compressor memainkan peran penting dalam menyediakan udara bertekanan tinggi untuk kebutuhan vital seperti proses *starting main engine* (mesin induk), *starting auxiliary engine* (mesin bantu), serta sistem kontrol pneumatik yang berfungsi mengatur katup-katup penting dalam sistem mesin. Selain itu, udara dari *main air compressor* juga dimanfaatkan dalam sistem pembersihan, sistem pemadam kebakaran (jika terintegrasi), hingga untuk kebutuhan *service air* pada peralatan lainnya.

Karena fungsinya yang sangat krusial, performa dari *main air compressor* harus selalu dalam kondisi optimal agar tidak mengganggu jalannya operasi kapal. Namun dalam praktik di lapangan, tidak jarang ditemukan kasus penurunan kinerja dari air compressor. Hal ini dapat disebabkan oleh banyak hal, seperti rusaknya komponen internal, penyumbatan pada sistem hisap udara, kebocoran pada jalur pipa udara, hingga kualitas pelumasan yang tidak optimal.

Ketika berdinamika di atas kapal, MT Sc Gold Ocean peneliti pernah mengalami peristiwa serupa saat itu kapal sedang melakukan manuver di perairan korea selatan untuk berlabuh di yeosu pada tanggal 14 april 2024. Pada momen tersebut, *main air compressor* nomor 1 yang biasanya mampu mengisi botol angin hingga tekanan 24 kg/cm<sup>2</sup> hanya dalam waktu 15 menit, tiba-tiba menunjukkan performa yang menurun drastis. Setelah 25 menit berjalan, tekanan udara dalam botol angin menunjukkan angka 19 kg/cm<sup>2</sup> dan belum mencapai tekanan maksimum yang dibutuhkan yaitu 24 kg/cm<sup>2</sup>.

Kondisi tersebut tentu saja menimbulkan kekhawatiran di kamar mesin. Tekanan udara yang mencukupi sangat dibutuhkan dalam proses manuver dan sandar kapal. Pada saat melakukan pemeriksaan awal dan menemukan beberapa indikasi, seperti suhu pendingin air tawar kompresor yang mencapai 80 derajat dimana suhu normal mencapai 60 derajat, tekanan pelumasan hanya 0.8 kg/cm<sup>2</sup> yang dimana tekanan normalnya adalah 3 kg/cm<sup>2</sup>, adanya suara yang tidak normal, serta tekanan pada 1<sup>st</sup> stage hanya mencapai 2,5 kg/cm<sup>2</sup> dan 2<sup>nd</sup> stage hanya 10 kg/cm<sup>2</sup> yang dimana tekanan normal pada 1<sup>st</sup> stage adalah 5 kg/cm<sup>2</sup> dan 2<sup>nd</sup> stage adalah 28 kg/cm<sup>2</sup>.

Kebocoran katup isap dan tekan, ring piston yang rusak, dan kurangnya perawatan oli lube adalah beberapa sumber penurunan tekanan kompresi pada kompresor, yang pada gilirannya dapat menyebabkan penurunan tekanan udara yang dihasilkan oleh kompresor udara.

Peneliti mendokumentasikan masalah tersebut dalam bentuk skripsi dengan judul "***Analisis Menurunnya Produksi Udara Pada Main Air Compressor Di Atas Kapal MT SC Gold Ocean.***" Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dilakukan kajian teknis dan operasional yang lebih mendalam guna menemukan akar permasalahan dan solusi yang tepat. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dalam upaya untuk meningkatkan sistem pemeliharaan, perawatan, serta kesadaran akan pentingnya monitoring performa sistem secara menyeluruh, demi mendukung keselamatan kerja kru kapal.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Faktor apa yang menyebabkan produksi udara main air compressor kapal MT SC Gold Ocean menurun ?
2. Bagaimana pengaruh penurunan produksi udara main air compressor

kapal MT SC Gold Ocean terhadap kinerja sistem permesinan lainnya?

3. Upaya apa pun yang dapat dilakukan untuk menangani dan mencegah produksi udara main air compressor kapal MT SC Gold Ocean menurun ?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini, berdasarkan rumusan masalah di atas, adalah

1. Untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan penurunan produksi udara pada *main air compressor* di atas kapal MT SC Gold Ocean.
2. Untuk mengetahui dampak dari penurunan produksi udara terhadap kinerja system permesinan lain di atas kapal MT SC Gold Ocean
3. Untuk merumuskan upaya penanganan dan pencegahan yang efektif dari menurunnya produksi udara pada *main air compressor* di atas kapal MT SC Gold Ocean.

### **D. Manfaat penelitian**

Setelah melakukan penelitian ini, keuntungan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik permesinan kapal, khususnya mengenai sistem kerja dan performa *main air compressor*. Kajian ini dapat menjadi tambahan referensi akademik yang relevan, terutama bagi para *engineer* yang tertarik mendalami permasalahan pada sistem pneumatik dan permesinan bantu di atas kapal.

Penelitian ini juga memperkuat pemahaman mengenai pengaruh gangguan komponen terhadap keseluruhan sistem, di atas kapal serta menjadi acuan dalam kajian-kajian lanjutan terkait analisis performa mesin. Penelitian ini juga dapat meningkatkan pemahaman kita tentang

rekayasa pemeliharaan (*maintenance engineering*) di lingkungan maritim yang sangat dinamis dan menuntut keandalan sistem mesin secara maksimal.

Lebih jauh lagi, penelitian ini diharapkan dapat membantu institusi pendidikan seperti politeknik pelayaran secara langsung. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan ajar tambahan, studi kasus dalam mata kuliah sistem mesin kapal. Bagi perusahaan pelayaran, manfaat teoritis ini juga sangat penting sebagai dasar dalam penyusunan kebijakan teknis, pengambilan keputusan strategis dalam pemeliharaan peralatan, serta peningkatan mutu pelatihan kru kapal berdasarkan data dan pengalaman nyata yang diangkat dalam penelitian ini.

## 2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini benar-benar bermanfaat bagi orang-orang yang bekerja di kapal, terutama bagi kru mesin, teknisi, dan tim manajemen operasional kapal. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai panduan dalam pelaksanaan pemeriksaan (*inspection*), evaluasi performa, serta perencanaan program perawatan berkala terhadap *main air compressor*.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang jelas kepada para insinyur tentang gejala awal penurunan kinerja pada *compressor*, seperti tekanan oli yang tidak stabil, tekanan pada tahap pertama dan kedua yang tidak sesuai standar., serta suhu kerja yang meningkat, teknisi kapal dapat melakukan tindakan perbaikan lebih cepat dan lebih tepat sebelum terjadi kerusakan total yang berdampak terhadap sistem permesinan lainnya. Selain itu, penelitian ini mendorong peningkatan kesadaran akan pentingnya budaya kerja berbasis pencegahan (*preventive maintenance*) yang terbukti lebih efisien dan aman dibanding perbaikan setelah kerusakan terjadi (*corrective maintenance*).

Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan langkah preventif maupun korektif, seperti perawatan berkala,

pengecekan tekanan, hingga inspeksi pada sistem pelumasan dan kompresi. Dengan pemahaman yang lebih mendalam mengenai gejala awal penurunan performa dan faktor penyebabnya, sebelum gangguan serius, kru kapal dapat melakukan perbaikan.

Penelitian ini juga dapat berfungsi sebagai pedoman untuk pengambilan keputusan teknis kapal, terutama dalam situasi kritis seperti saat manuver atau persiapan sandar, di mana performa *main air compressor* sangat menentukan kelancaran operasi. Akibatnya, penelitian ini meningkatkan keselamatan pelayaran secara keseluruhan dan meningkatkan kinerja sistem mesin.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Pengertian *Main Air Compressor***

Salah satu sistem bantu utama di atas kapal adalah *main air compressor*, yang sangat penting untuk mendukung berbagai sistem mekanis dan otomatisasi, terutama sistem pneumatik.. Kompresor ini bekerja dengan prinsip pemampatan udara dari tekanan atmosfer menjadi tekanan tinggi yang disimpan dalam *air bottle (receiver tank)*, kemudian digunakan untuk keperluan seperti *starting* mesin induk, pengoperasian katup kontrol otomatis, hingga sistem kendali darurat. Keberadaan *main air compressor* di kapal tidak dapat dipisahkan dari kelangsungan operasional kapal secara menyeluruh.

Kompresor biasanya mengambil udara dari atmosfer, tetapi ada juga kompresor yang menyedot udara atau gas pada tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer menurut Rosyidah et al (2024). Dari sisi teknis, *main air compressor* terdiri dari beberapa komponen inti seperti *piston*, *piston ring*, *suction valve*, *delivery valve*, *crankshaft*, *intercooler*, *oil pump*, dan *air filter*. Setiap bagian memiliki peran yang saling berkaitan dalam menghasilkan udara bertekanan tinggi. Apabila salah satu komponen mengalami gangguan, misalnya *piston ring* aus atau *valve* bocor, maka proses pemampatan akan terganggu dan tekanan udara yang dihasilkan tidak akan mencapai nilai yang diharapkan.

Kompresor udara adalah komponen kapal yang sangat penting yang berfungsi untuk menyediakan udara bertekanan tinggi untuk berbagai tujuan, seperti menggerakkan mesin induk, permesinan bantu, sistem pneumatik, dan sistem keamanan. Kinerja kompresor udara yang optimal sangat penting untuk menunjang kelancaran operasi kapal menurut Ceylan (2023).

Setelah disimpan dalam tangki udara dengan tekanan plus atau minus 30 bar, udara tekan digunakan untuk menghidupkan mesin induk

dan memenuhi kebutuhan pesawat bantu di ruang mesin. Kompresor menghasilkan udara bertekanan tinggi yang lebih besar dari satu atmosfer, yang terdiri dari 1,013 bar satuan tekanan. Tekanan tinggi ini tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan udara, tetapi juga berperan penting dalam membantu reaksi kimia dengan meningkatkan sistem tekanan Rosyidah et al (2024).

*Main air compressor* adalah perangkat penting yang tidak hanya berfungsi untuk memampatkan udara secara teknis, tetapi juga berfungsi secara strategis untuk mendukung berbagai fungsi penting kapal. Kesimpulan ini dapat dibuat berdasarkan berbagai definisi dan perspektif para ahli tersebut. Keandalan, efisiensi, dan kontinuitas operasi *main air compressor* berpengaruh langsung terhadap keselamatan pelayaran, efisiensi bahan bakar, serta kehandalan manuver kapal dalam berbagai kondisi operasional.

*Main air compressor* dapat mengalami penurunan kinerja akibat keausan komponen, seperti katup isap, katup buang, atau *piston ring*. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman menyeluruh mengenai prinsip kerja dan fungsi dari setiap bagian dalam system kompresor untuk dapat melakukan diagnosa kerusakan secara tepat dan memberikan solusi teknis yang sesuai.

Udara tekan juga digunakan untuk mengoperasikan sistem *quick closing valve*, sistem alarm, kontrol mesin bantu, dan keperluan *safety* lainnya. Gangguan kecil seperti *valve* bocor, *piston ring* aus, atau suhu kerja yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan penurunan tekanan udara dan berdampak pada kegagalan system-sistem penting kapal. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kompresor bukan bagian dari mesin induk, kegagalannya dapat menyebabkan kerusakan pada *system* utama. Oleh karena itu *main compressor* adalah system penunjang yang penting.

## B. Peranan *Main Air Compressor* Di Atas Kapal

Mesin induk berfungsi menghasilkan tenaga untuk membantu pergerakan kapal menurut Pratama (2022). Permesinan bantu adalah permesinan yang digunakan untuk membantu pengoperasian kapal berjalan lebih lancar, oleh karena itu sangat penting bagi mesin induk untuk menjaga kinerja pesawat bantu menurut Darmana et al (2021).

Pesawat bantu kapal yang menghasilkan udara bertekanan tinggi disebut kompresor udara menurut Kaya et al (2021). Secara umum peranan *main air compressor* di atas kapal meliputi:

### 1. Strating Engine

Udara bertekanan digunakan untuk memutar poros engkol (*crankshaft*) mesin induk maupun mesin bantu pada saat proses *starting*. Tekanan udara minimal yang dibutuhkan untuk *start engine* biasanya mencapai 24–30 kg/cm<sup>2</sup>.

### 2. Sistem Kontrol Pneumatik

Beberapa sistem kontrol otomatis, seperti kontrol bahan bakar dan sistem *valve*, masih banyak yang menggunakan penggerak pneumatik, terutama pada kapal-kapal tanker dan *bulk carrier* yang membutuhkan sistem *remote valve*.

### 3. Sistem Pembersih dan Penyejuk

Udara terkompresi dimanfaatkan dalam proses *blowdown*, *flushing*, dan sistem pembersihan filter serta pendingin pada beberapa bagian instalasi mesin.

### 4. Sistem Darurat

Kompresor juga digunakan untuk mengisi botol udara sebagai cadangan sistem *start* mesin dalam keadaan darurat, atau digunakan dalam sistem-sistem kritikal lain seperti *emergency shutdown system* dan *fire fighting control*.

### 5. Sistem Alarm dan Keamanan

Beberapa alarm dan indikator keselamatan di ruang mesin juga

bekerja menggunakan udara tekan. Sistem alarm tekanan rendah, *alarm temperature*, dan *indicator* posisi katup sering kali menggunakan sensor yang diaktifkan oleh tekanan udara dari sistem kompresor.

*Main air compressor* berfungsi sebagai penghasil udara tekan yang digunakan untuk menghidupkan mesin utama dan sistem pneumatik lainnya di kapal. Udara tekan yang dihasilkan oleh kompresor utama akan disimpan dalam *air bottle*, yang kemudian dialirkan melalui jalur kontrol menuju berbagai perangkat yang membutuhkan tenaga pneumatic menurut Kaya et al (2021).

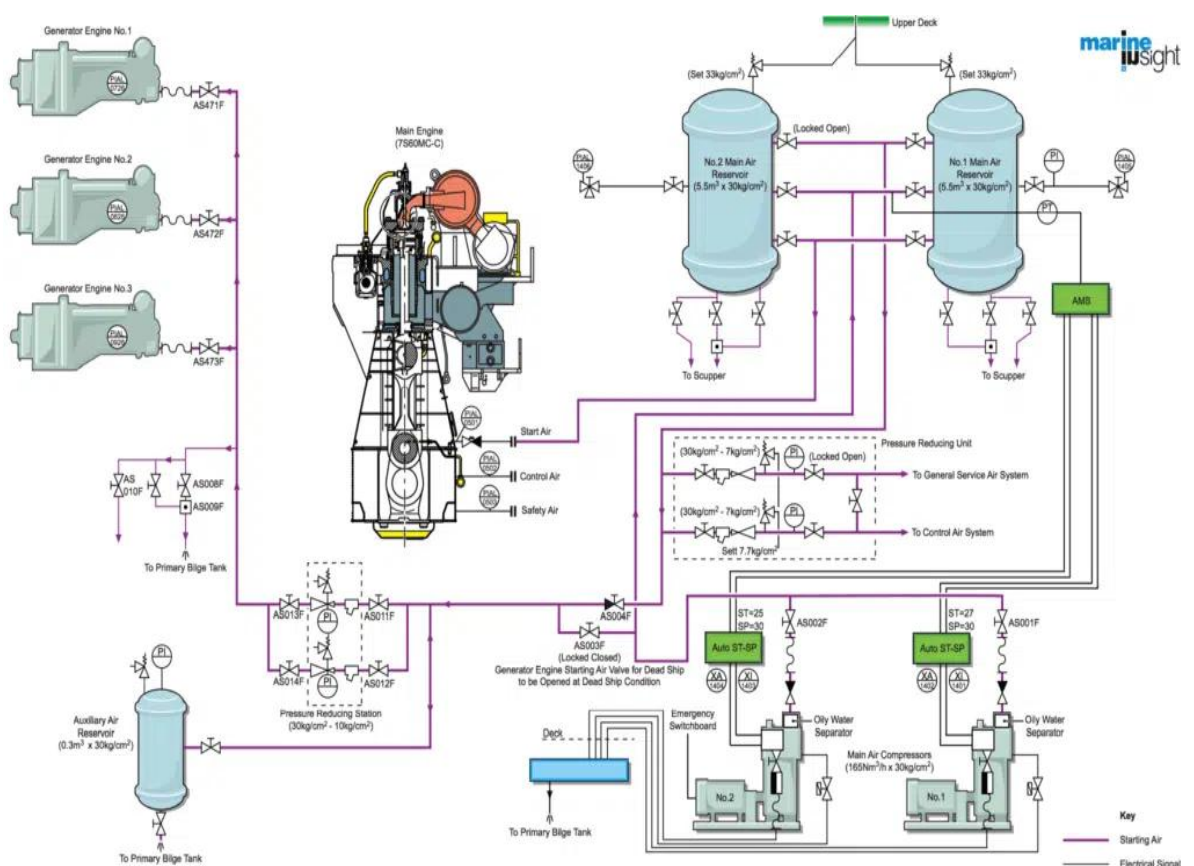
Salah satu peran yang paling penting dari *main air compressor* adalah untuk proses *starting* pada mesin induk. Dalam proses ini, udara tekan digunakan untuk mendorong piston di ruang bakar melalui *system starting valve*, hingga mesin mendapatkan putaran awal yang cukup sebelum pembakaran terjadi. Kompresor sangat penting di atas kapal, baik untuk memproses gerak maupun untuk keperluan lainnya. Karena itu, perawatan kompresor dilakukan untuk mendapatkan hasil terbaik menurut Abdillah et al (2024).

Fungsi lainnya dapat digunakan sebagai pembersih, penggerak peralatan *pneumatik*, pengisi tangki hidroponik, penggunaan energi pada sistem kontrol *pneumatik*, dan bidang lainnya Menurut Abdillah et al (2024). Kompresor biasanya menghisap udara dari atmosfer dan memampatkan orgas udara; namun, beberapa kompresor juga menghisap udara atau gas dengan tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer menurut Đuračić et al (2021).

Pesawat bantu kompresor udara dua tingkat di operasikan di atas kapal untuk proses start mesin utama, generator, dan *bow thruster* yang merupakan bagian penting dari kapal dan juga untuk proses pengolahan gerak kapal dengan kapal yang menggunakan sistem pneumatic. Salah satu komponen sistem udara yang bekerja di atas kapal adalah kompresor menurut Wibowo et al (2023).

Sistem udara tekan adalah salah satu sistem utama kapal yang menyediakan udara bertekanan tinggi untuk berbagai kebutuhan seperti *starting main engine*, *starting generator*, sistem kontrol pneumatik, dan *general service air*. Keandalan sistem ini bergantung pada performa dari *main air compressor*, *air reservoir*, serta jalur distribusi udara. Berikut adalah diagram alir *compressed air* di atas kapal.

Gambar 2.1 Diagram Alir Udara Tekan



Sumber: <https://www.marineinsight.com>

Pada diagram alir di atas, sistem udara tekan menunjukkan aliran udara bertekanan tinggi yang dihasilkan oleh dua unit *main air compressor* (No. 1 dan No. 2) dengan kapasitas 165 Nm³/h dan 30 kg/cm². Udara dari kompresor dialirkan menuju dua buah *main air reservoir* berkapasitas masing-masing 5,5 m³, yang berfungsi sebagai tangki penyimpanan utama. Udara tekan dari tangki ini kemudian

didistribusikan ke tiga sistem utama:

1. *Sistem Starting Air* – untuk menyalakan main engine dan generator melalui katup kontrol individual.
2. *Control Air System* – untuk mengoperasikan perangkat kontrol dan aktuator pneumatik.
3. *General Service Air System* – digunakan untuk kebutuhan umum dengan tekanan yang telah direduksi.

Diagram juga menunjukkan adanya *auxiliary air reservoir* dan *pressure reducing station* yang menurunkan tekanan dari 30 kg/cm<sup>2</sup> menjadi ±7–10 kg/cm<sup>2</sup>. Sistem dilengkapi dengan katup *safety*, *drain* ke *bilge*, dan *oily water separator* untuk memastikan keamanan dan kebersihan aliran udara. Secara keseluruhan, sistem ini memastikan suplai udara tekan tetap stabil dan siap digunakan untuk proses-proses penting di atas kapal, terutama untuk starting engine dan operasi sistem kontrol.

### **C. Bagian-Bagian Utama *Main Air Compressor***

*Intercooler*, *under valve*, *spring valve*, *piston* dan *piston ring*, *cylinder liner*, dan *gear oil pump* karena sangat penting untuk kinerja *main air compressor*, komponen ini harus menjadi fokus perawatan berkala. Untuk mencapai kondisi terbaik, perawatan ini mencakup pembersihan, pelumasan, dan pengecekan menyeluruh. menurut Harliman Saleh, Susanto, and Kurniasih (2024). Bagian-bagian Utama pada Main Air Compressor yaitu :

#### **1. *Cylinder Block***

Merupakan bagian utama tempat piston bergerak bolak-balik untuk memampatkan udara. *Cylinder block* didesain kuat agar mampu menahan tekanan tinggi dan suhu yang dihasilkan selama proses kompresi. Di dalam *cylinder block* inilah udara dari luar akan masuk, ditekan (dikompresi), lalu disalurkan ke tabung udara (*air bottle*).

Gambar 2. 2 *Cylinder Block*



Sumber : <https://www.marine-dieselparts.com>

Berikut adalah fungsi-fungsi dari *cylinder block* pada *main air compressor* :

a. Tempat terjadinya Proses Kompresi Udara

*Cylinder block* menjadi ruang utama tempat udara dari luar dipampatkan oleh gerakan naik-turun *piston*. Di dalam silinder inilah udara dikompresi dari tekanan atmosfer menjadi tekanan tinggi, baik dalam satu tahap (*single-stage*) maupun dua tahap (*two-stage compression*).

b. Menopang Gerak Piston

Piston bergerak naik turun di dalam *cylinder block* selama proses isap dan tekan. *Cylinder block* menyediakan lintasan dan posisi tetap bagi *piston* agar gerakannya lurus dan efisien. Keakuratan dimensi dan kekasaran permukaan silinder sangat memengaruhi efisiensi kompresi dan umur pakai *piston ring*.

c. Tempat Sirkulasi Pelumas

Beberapa desain *cylinder block* memiliki jalur oli *internal* yang mendistribusikan pelumas secara merata ke dinding silinder dan *piston*. Sistem pelumasan ini sangat penting untuk mengurangi gesekan antara *ring piston* dan dinding silinder, memastikan

gerakan *piston* tetap lancar, dan mencegah komponen menjadi rusak terlalu dini. Dengan pelumasan yang tepat, mesin lebih stabil, efisien, dan tahan lama.

d. Menjaga Pendinginan Sistem

Pada beberapa tipe kompresor, *cylinder block* dilengkapi dengan jalur pendingin (*cooling water jacket*) yang memungkinkan air tawar bersirkulasi di sekeliling silinder. Ini berfungsi untuk menurunkan suhu kerja dan mencegah *overheat* selama proses kompresi berlangsung terus-menerus.

e. Menjaga Udara Tidak Bocor

*Cylinder block* harus benar-benar rapat agar udara yang sudah ditekan tidak bocor ke luar. Kalau ada celah antara *piston* dan dinding silinder, udara akan keluar dan tekanan jadi rendah.

2. *Crankshaft* dan *Connecting Rod*

Sistem kerja main air compressor tipe torak (*reciprocating*) terdiri dari dua komponen penting yang mengubah energi putar menjadi gerakan naik-turun *piston*, yaitu *crankshaft* (poros engkol) dan *connecting rod* (batang penghubung/penggerak). Kedua komponen ini bekerja bersama untuk menjalankan proses pemampatan udara dalam silinder. Berikut ini penjelasan fungsi masing-masing dari *crankshaft* dan *connecting rod* :

a. Mengubah Gerak putar menjadi Gerakan Naik-Turun

Saat *crankshaft* berputar, ia akan menggerakkan batang piston yang terhubung ke *piston*. Gerakan ini membuat *piston* bergerak naik dan turun di dalam silinder untuk mengisap dan menekan udara.

b. Menjadi penggerak utama kompresor

Semua bagian dalam kompresor seperti *piston*, *valve*, dan pompa pelumas maupun air tawar berkerja mengikuti putaran *crankshaft*.

c. Menjaga keseimbangan gerak kompresor

*Crankshaft* dilengkapi dengan penyeimbang untuk menjaga agar

- putaran tetap halus dan tidak menimbulkan getaran yang berlebih.
- d. Menghubungkan *crankshaft* dan *piston*  
*Connecting rod* menjadi “lengan” penggerak *piston*. Saat *crankshaft* berputar, *connecting rod* akan mendorong *piston* naik dan menariknya turun sesuai siklus kerja kompresor.
- e. Menjaga arah Gerak *piston*  
Dengan posisi dan panjang yang tepat, *connecting rod* membantu piston tetap bergerak lurus di dalam silinder, tanpa menyimpang atau miring.
- d. Menghadapi tekanan kompresi dan gaya balik  
Saat udara ditekan dalam silinder, tekanan balik bisa cukup tinggi. *Connecting rod* harus kuat untuk menahan gaya agar tidak patah.

Gambar 2. 1 *Crankshaft* dan *Connecting Rod*



Sumber : indiamart.com

### 3. *Piston* dan *Piston Ring*

*Piston ring* bergerak secara bolak-balik di dalam silinder untuk memampatkan udara dan mencegah kebocoran tekanan. Seringkali, penurunan kinerja kompresor disebabkan oleh korosi *ring*. Menurut Barasa, Togatorop, and Szesze (2021) Dengan mengurangi volume, piston kompresor menghasilkan tekanan gas, gerakan piston melakukan ini ditunjukkan dengan perpindahan gas dalam silinder.

Piston tersebut bekerja untuk mengkompresi udara, mengubahnya menjadi energi potensial yang tersimpan, yang kemudian dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi di kapal. Selain itu, proses kompresi juga melibatkan silinder, yang menyediakan ruang tertutup bagi pergerakan piston, dan katup isap serta buang yang mengatur aliran udara masuk dan keluar silinder secara efisien menurut Irawan (2021).

Berikut fungsi-fungsi dari *piston* dan *piston ring main air compressor*:

- a. Mencegah kebocoran udara  
*Piston ring* menutup celah antara *piston* dan dinding silinder, sehingga udara yang ditekan tidak bocor ke *crankcase*. Ini menjaga tekanan tetap tinggi.
- b. Menekan udara (Kompresi)  
Tekanan silinder meningkat saat *piston* bergerak naik karena volumenya mengecil dan udara di dalamnya ditekan.
- c. Mengisap udara  
Saat piston turun, tekanan di dalam silinder turun dari luar, sehingga udara masuk melalui katup isap (*suction valve*).
- d. Mengalirkan gaya mekanik  
*Piston* menerima gaya dari *connecting rod* dan mengubahnya menjadi tekanan terhadap udara.
- e. Menjaga kestabilan Gerakan *piston*  
Dengan kontak langsung ke dinding silinder, *piston ring* menjaga agar *piston* tetap bergerak lurus tanpa miring atau goyang.
- f. Mencegah oli naik ke ruang kompresi  
*Oil control ring* berfungsi menahan agar oli dari ruang engkol tidak ikut masuk ke ruang atas.

Gambar 2. 2 Piston



Sumber : marine-dieselparts.com

#### 4. *Intake Valve* dan *Discharge Valve*

Katup ini mengatur aliran udara masuk dan keluar. *Intake valve* terbuka saat *piston* bergerak turun, dan *discharge valve* terbuka saat udara telah dipampatkan. Katup yang tidak rapat bisa menyebabkan kebocoran tekanan. Berikut fungsi dari *intake valve*:

- a. Mengatur masuknya udara  
Saat *piston* turun, katup akan terbuka, memungkinkan udara luar masuk ke dalam ruang kompresi.
- b. Menutup saat kompresi dimulai  
Saat *piston* naik, tekanan di dalam silinder meningkat dan membuat *intake valve* menutup rapat agar udara tidak keluar Kembali.
- c. Menjaga Volume udara yang masuk  
Katup ini memastikan jumlah udara yang masuk sesuai kebutuhan kompresor untuk menghasilkan tekanan yang maksimal.

Sedangkan fungsi *Discharge valve* yaitu :

- a. Membuang udara yang sudah ditekan  
Saat *piston* naik dan tekanan di dalam silinder melebihi tekanan saluran keluar, *discharge valve* akan membuka untuk membuang udara keluar.

- b. Menutup udara setelah keluar  
Setelah tekanan turun, katup akan menutup Kembali untuk mencegah udara masuk Kembali ke dalam silinder.
- c. Menjaga tekanan *output*  
Katup ini membantu menjaga agar tekanan udara yang dikirim ke tabung tetap stabil dan tidak terjadi aliran balik.

Gambar 2. 3 *Spring Valve*



Sumber : <https://axaircompressorparts.com>

#### 5. *Intercooler* dan *aftercooler*

Umumnya berupa sistem pendingin air atau udara, berfungsi menjaga suhu silinder dan *piston* agar tidak *overheat*. Pada kapal, umumnya digunakan sistem pendingin air tawar yang mengalir melewati *jacket cooling*. *Cooling system* pada *main air compressor* terdiri dari *intercooler* dan *aftercooler* menurut Wibowo et al (2023). Selama kompresor bekerja, air laut berfungsi sebagai sumber pendinginan. Agar kompresor tidak rusak, *anode* besi dipasang di bagian tertentu untuk mencegah korosi. Berikut fungsi dari *cooling system* :

- a. Menurunkan suhu udara hasil kompresi  
Saat udara dikompresi, suhu udara meningkat tajam. Jika tidak didinginkan, udara bertekanan tinggi yang panas dapat merusak

pipa, *valve*, dan tabung udara (*air bottle*). Sistem pendingin mendinginkan udara sebelum masuk ke tahap selanjutnya atau sebelum disimpan.

b. Mencegah *overheat* pada komponen kompresor

Gerakan *piston*, *crankshaft*, dan gesekan antar komponen akan menghasilkan panas. Jika suhu terlalu tinggi, komponen bisa aus lebih cepat, melengkung, bahkan patah. Pendinginan menjaga komponen bekerja dalam suhu ideal (biasanya 55–65°C).

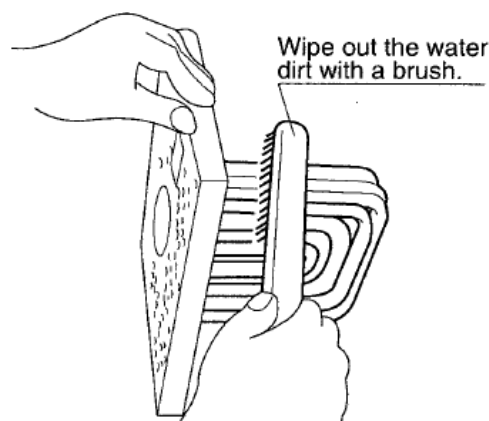
c. Menjaga efisiensi kerja kompresor

Udara dingin lebih padat dibandingkan udara panas, sehingga kompresi menjadi lebih efektif. Sistem pendingin membantu menjaga efisiensi tekanan dan mencegah hilangnya tenaga akibat suhu tinggi.

d. Mengurangi Kelembapan Udara

Mencegah terbentuknya air dalam *system pneumatic*, menghindari karat dan kerusakan pada komponen-komponen kompresor.

Gambar 2. 4 *Intercooler*



Sumber : manual book Tanabe air compressor

## 6. *Lubrication System*

Sistem pelumasan sangat penting untuk mengurangi gesekan antara komponen yang bergerak. Oli didistribusikan melalui pompa oli ke seluruh bagian seperti *crankshaft*, *piston*, dan *connecting rod*.

Menurut Barasa, Togatorop, and Szesze (2021) pelumasan berfungsi untuk mendinginkan bagian-bagian kompresor yang saling bergesekan, mengurangi koefisien gesek sehingga bagian tidak aus, dan menyerap jelaga atau berbagai metal sedimen. Berikut fungsi dari *lubrication system* :

a. Mengurangi Gesekan Antar Komponen

Komponen utama seperti *piston* dan *crankshaft* bekerja dalam kecepatan tinggi dan terus-menerus bergesekan. Oleh karena oli pelumas membentuk lapisan tipis di antara permukaan logam, gesekan komponen dikurangi dan pergerakannya lebih halus.

b. Menyerap dan mengangkut panas

Pelumas juga berfungsi sebagai penyerap panas. Oli akan membawa panas dari komponen yang bergesekan dan membantu mendinginkannya, bekerja bersama *system* pendingin

7. *Air filter*

Digunakan untuk menyaring debu atau partikel sebelum udara masuk ke dalam sistem kompresi. Filter yang kotor menyebabkan penurunan debit udara masuk dan menurunkan performa kompresor. Berikut fungsi dari *air filter compressor* :

a. Menyaring Debu dan Kotoran dari Udara Masuk

*Air filter* mencegah kotoran seperti pasir, debu, atau kotoran lainnya masuk ke dalam silinder. Jika kotoran ikut terhisap, maka dapat menyebabkan goresan pada dinding silinder, *piston*, dan *piston ring*.

b. Menjaga Kinerja Kompresor Tetap Efisien

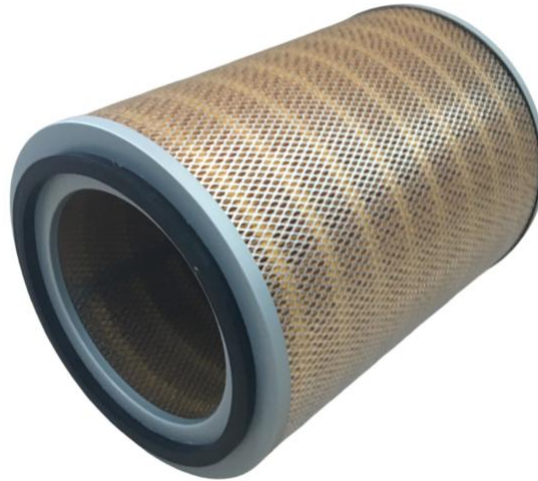
Udara yang bersih membuat proses pemampatan berjalan dengan baik. Jika udara kotor masuk, bisa terjadi kerak pada katup, mengurangi efisiensi kompresi, dan memperpanjang waktu pengisian udara.

c. Menstabilkan Aliran Udara Masuk

*Air filter* juga membantu mengatur aliran udara agar masuk secara merata dan stabil ke dalam kompresor, sehingga tidak terjadi

gangguan aliran atau turbulensi yang dapat memengaruhi proses isap.

Gambar 2. 5 Air Filter



Sumber : [sgfilter.en.made-in-china.com](http://sgfilter.en.made-in-china.com)

#### 8. *Electro Motor*

Biasanya berupa motor listrik atau mesin diesel kecil yang menggerakkan *crankshaft* kompresor. Efisiensi *drive motor* juga berpengaruh pada kestabilan kerja kompresor. Berikut fungsi *electromotor* pada *main air compressor* :

##### a. Menggerakkan *Crankshaft* Kompresor

Motor listrik memutar *crankshaft* secara terus-menerus saat kompresor aktif. *Crankshaft* inilah yang menggerakkan *piston* naik-turun melalui *connecting rod* untuk melakukan proses hisap dan tekan udara.

##### b. Mengubah Energi Listrik Menjadi Energi Mekanik

Fungsi utama dari *electro motor* adalah konversi energi. Energi listrik yang diterima dari panel distribusi dialirkan ke motor, dan diubah menjadi tenaga mekanik dalam bentuk putaran poros motor (*shaft*).

Gambar 2. 6 *Electro Motor*



Sumber : [shipx.tradewindsnews.com](http://shipx.tradewindsnews.com)

#### **D. Prinsip Kerja *Main Air Compressor***

*Main air compressor* bekerja berdasarkan prinsip dasar pemampatan gas, di mana udara dari atmosfer diisap, kemudian dipampatkan (dikompresi) di dalam ruang tertutup menggunakan gerakan mekanis piston atau elemen pemampat lainnya, hingga mencapai tekanan tertentu yang dibutuhkan oleh sistem pneumatik di atas kapal. Selanjutnya, udara yang telah dipampatkan disimpan dalam botol udara, juga dikenal sebagai botol udara, untuk digunakan dalam berbagai sistem mesin dan kontrol kapal.

Kerja kompresor udara kapal melibatkan banyak langkah. Pada tahap pertama, *piston* menghisap udara dari luar melalui *filter* udara dan kemudian masuk ke dalam silinder. Selama proses ini, udara dikompresi saat *piston* bergerak dari titik mati atas ke titik mati bawah. Setelah tahap ini berakhir, katup hisap tahap kedua menarik udara yang dihasilkan dari kompresi tahap pertama ke dalam silinder tahap kedua. Udara kemudian dikompresikan pada tahap kedua dan dikeluarkan untuk disimpan dalam tabung udara menurut Harliman Saleh, Susanto, and Kurniasih (2024).

Terdapat empat proses yang terjadi di atas kapal yang menggunakan kompresor udara *piston* pada setiap tingkat tekanan. Ketika udara dihisap dan dipampatkan di dalam silinder kompresor,

tekanan udara berubah sesuai dengan volume yang berubah karena gerakan di dalam silinder menurut Wibowo et al (2023). Berikut proses-proses yang dilakukan oleh kompresor saat memproduksi udara tekan:

1. Tahap *Suction* (Pengisapan Udara)

Pada tahap ini, piston bergerak turun dalam silinder, menciptakan ruang hampa. Katup hisap (*intake valve*) terbuka, memungkinkan udara keluar dari silinder karena perbedaan tekanan.

2. Tahap *Compression* (Pemampatan Udara)

Setelah udara masuk, *piston* kemudian bergerak naik, menekan udara dalam ruang silinder. Tekanan dan suhu meningkat selama proses ini. Jika menggunakan kompresor *multi-stage*, udara yang telah dikompresi sebagian akan didinginkan di *intercooler* sebelum masuk ke tahap pemampatan berikutnya.

3. Tahap *Discharge* (Pengeluaran Udara)

Setelah udara mencapai tekanan yang cukup, katup buang (*discharge valve*) terbuka dan udara dikirimkan ke tangki udara atau langsung ke sistem distribusi udara di kapal.

4. Pendinginan (*Intercooling*)

Pada kompresor bertingkat (biasanya 2 atau 3 tahap), udara hasil kompresi tahap pertama akan didinginkan terlebih dahulu sebelum masuk ke tahap selanjutnya. Tujuan pendinginan ini adalah menurunkan suhu udara, meningkatkan efisiensi pemampatan, dan menjaga kestabilan tekanan.

5. Pelumasan Sistem

Seluruh bagian mekanis, seperti *piston*, *crankshaft*, dan *connecting rod*, dilumasi secara terus menerus oleh sistem oli. Tekanan pelumasan harus sesuai standar agar tidak terjadi keausan.

Kompresor udara induk, yang sering digunakan di atas kapal, adalah jenis torak dengan dua tingkat tekanan dan dapat menghasilkan udara bertekanan lebih dari 25 kg/cm<sup>2</sup>. Bagian atas torak melakukan

langkah tekan dan bagian bawah melakukan langkah hisap ketika torak bergerak ke arah TMA. Sebaliknya, ketika torak bergerak ke arah TMB, torak bagian atas melakukan langkah hisap dan torak bagian bawah melakukan langkah tekan.

Untuk mendapatkan kerapatan udara yang optimal, setiap udara yang telah dipompa harus melalui bejana pendingin (*chiller*), baik dengan tekanan rendah maupun tinggi. Manometer harus tersedia di setiap tingkat tekanan untuk mengukur jumlah udara yang dipompa. Katup tidak balik dipasang sebelum masuk ke bejana untuk mencegah tekanan balik (*non-returnvalve*), udara dari luar dihisap oleh torak bertekanan rendah melalui saringan dan masuk ke dalam silinder melalui katup isap bertekanan rendah. Setelah dikompresi, udara keluar dari silinder melalui katup tekanan rendah dan kemudian didinginkan di intercooler. Selanjutnya, udara masuk ke silinder bertekanan tinggi melalui katup hisap bertekanan tinggi, dan kemudian melalui katup tekanan tinggi menuju botol angin. menurut Wibowo et al (2023).

Untuk mencapai tekanan udara yang diinginkan, beberapa jenis kompressor bertingkat tekanan lebih, juga dikenal sebagai kompressor multi tingkat, dibuat dengan berbagai bentuk silinder dan piston. Berdasarkan pertimbangan terhadap beberapa aspek seperti kesederhanaan, mudahnya perawatan, jenis kompressor dengan 2 tingkat tekanan dengan 2 silinder yang banyak digunakan dikapal. Mesin seperti ini dapat menghasilkan kompresi sekitar 25-40 kg/cm<sup>2</sup>. Disamping itu tidak sedikit yang menggunakan jenis lain, misalnya kompressor 2 tingkat tekanan dengan satu silinder.

Banyak orang juga menggunakan jenis lain, seperti kompressor dengan dua tingkat tekanan dan satu silinder. Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut: udara masuk ke filter hisap melalui katup isap tekanan rendah dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB), ditekan dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB), kemudian ditekan dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB), dan dikompresi dari Titik

Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) keluar melalui katup tekan atau kemudian didinginkan ke Kompresor yang dapat menghasilkan udara bilas dengan tekanan 65-75 kg/cm<sup>2</sup> digunakan untuk motor 2 tak atau 4 tak yang menggunakan pengabutan udara.

Kompresor ini digerakkan oleh engkol khusus yang ditempatkan di sebelah muka pada poros engkol motor dengan batang torak. Dengan tekanan 25-35 kg/cm<sup>2</sup>, udara menekan meningkatkan suhu. Karena itu, proses tekanan biasanya dibagi menjadi dua atau tiga tahap, dan setelah tekanan udara mencapai temperatur normal, tiap tahap dilengkapi dengan pendinginan. Compressor jenis dua tingkat tekanan atau tiga tingkat tekanan dengan torak datar biasanya digunakan dalam proses ini. Dalam kompresor yang digerakkan oleh mesin diesel atau dinamo, pendinginan untuk silinder mantel dan pendinginan diambil dari pipa air pendingin mesin ke pipa saluran, juga dikenal sebagai pipa cabang.).

#### **E. Pengertian dan fungsi dari *Valve Spring***

*Valve spring* atau pegas katup adalah bagian dari sistem katup pada mesin pembakaran dalam dan kompresor. Tugasnya adalah untuk mengembalikan posisi katup ke posisi awalnya setelah terbuka oleh tekanan mekanis, serta menjaga agar katup tetap tertutup rapat saat tidak aktif. *Valve spring* adalah komponen pegas yang dipasang pada batang katup (*valve stem*) untuk memberikan gaya balik terhadap gerakan katup, sehingga katup dapat kembali ke posisi tertutup setelah proses pembukaan selesai menurut Rosandi et al (2022).

*Valve spring* memiliki beberapa fungsi penting dalam sistem katup mesin dan kompresor:

##### **1. Menutup Katup Secara Otomatis**

Setelah proses pembukaan katup selesai (akibat dorongan *camshaft* atau tekanan udara), pegas katup akan mendorong katup kembali ke posisi semula (tertutup).

##### **2. Menjaga Posisi Katup Saat Tidak Aktif**

*Valve spring* menahan katup agar tetap dalam posisi tertutup saat tidak ada gaya luar yang bekerja, sehingga tekanan udara/gas tidak bocor keluar dari ruang kompresi atau pembakaran.

3. Menghindari Katup Melayang (*Valve Float*)

Pada kecepatan tinggi, katup cenderung tidak sempat menutup dengan baik karena inersia. *Valve spring* yang sesuai mencegah katup mengalami *floating* atau tidak menutup penuh.

4. Menahan Tekanan Balik Udara

Dalam sistem kompresor, *valve spring* juga berfungsi menahan tekanan balik dari udara bertekanan tinggi agar tidak menyebabkan katup terbuka kembali sebelum waktunya.

#### **F. Alat alat Safety Pada Main Air Compressor**

Karena *main air compressor* bekerja dalam kondisi tekanan dan suhu yang sangat tinggi, perangkat pengaman yang cukup diperlukan untuk menjamin bahwa proses kerja tetap aman dan stabil. Untuk mencegah kerusakan komponen akibat tekanan berlebihan, panas berlebih, dan gangguan mekanis lainnya, berbagai perangkat keamanan dipasang. Selain itu, alat pengaman ini berfungsi untuk mencegah kecelakaan kerja yang dapat membahayakan karyawan mesin dan instalasi di sekitarnya. Sistem perlindungan memungkinkan kinerja kompresor tetap stabil, mengurangi kemungkinan kegagalan, dan menjalankan kapal dengan lebih aman dan andal. Berikut adalah alat-alat *safety* utama yang digunakan:

1. *Relief Valve* (Katup Pengaman Tekanan Berlebih)

Fungsinya untuk mengeluarkan udara secara otomatis jika tekanan di dalam system melebihi batas aman (biasanya di atas 30 bar). Cara kerja dari *Relief valve* yaitu bekerja dengan prinsip pegas dan tekanan. Saat tekanan udara melebihi batas setelan, gaya tekanan udara akan melawan gaya pegas dan membuka katup, sehingga udara keluar untuk menurunkan tekanan.

## 2. *Pressure Gauge*

Fungsinya untuk menunjukkan besarnya tekanan udara pada tiap kompresi dan membantu operator untuk mengetahui kondisi tekanan dalam *system* secara *real-time*. *Pressure gauge* biasanya terdapat pada *First Stage* dan *Second Stage*.

## 3. *Oil Pressure Switch*

Fungsinya untuk memantau tekanan *lube oil* dalam *system* dan memberikan sinyal peringatan atau mematikan *compressor* secara otomatis jika tekanan *lube oil* turun di bawah ambang batas.

## 4. *Temperature Sensor*

Fungsinya untuk mendeteksi suhu kerja kompresor, khususnya suhu pendingin dan suhu silinder serta memberikan alarm jika suhu melebihi batas maksimum. Biasanya terletak pada *Intercooler*, *cylinder head*, dan pada *system* pelumas.

## 5. *Non-return Valve*

Fungsinya adalah untuk mencegah udara bertekanan masuk ke kompresor dari botol angin dan menghindari tekanan balik yang bisa merusak katup *discharge* dan *piston*.

## 6. *Water drain valve*

Fungsinya untuk mengeluarkan air kondensasi dari *system* dan mencegah penurunan tekanan akibat air dalam saluran udara. Jenisnya itu ada *manual drain valve* yang diputar secara manual dan *Automatic drain valve* yang menggunakan *timer*.

## 7. *Safety Stop*

Fungsinya untuk mematikan *compressor* secara darurat jika terjadi keadaan yang berbahaya. Biasanya terletak di panel kontrol utama Kompresor dan *Engine Control Room*.

## **G. *Suction Valve* dan *Delivery Valve***

Untuk setiap langkah bolak-balik torak, katup *suction* dan *delivery* kompresor membuka dan menutup sendiri karena perbedaan tekanan

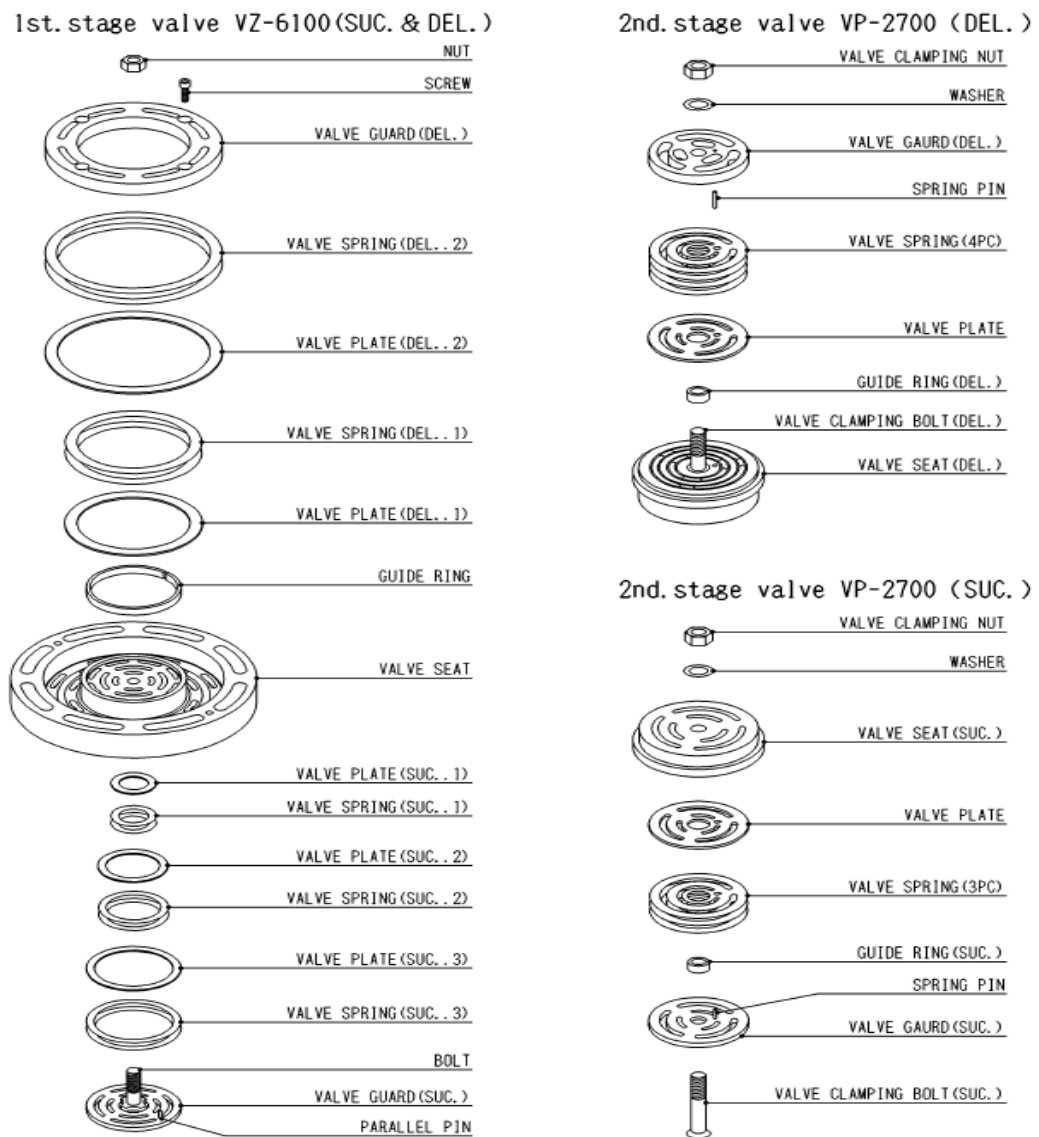
antara bagian dalam dan luar silinder. menurut Adnan et al (2022). Selama langkah hisap atau *intake stroke*, *suction valve* memainkan peran penting dalam mengatur masuknya udara ke dalam silinder kompresor. Ketika *piston* bergerak turun, tekanan di dalam silinder menurun dan menjadi lebih rendah daripada tekanan atmosfer. Perbedaan tekanan ini membuat *suction valve* terbuka secara otomatis, memungkinkan udara mengalir masuk ke dalam silinder. Proses ini memastikan bahwa kompresor menerima jumlah udara yang cukup untuk tahap kompresi berikutnya, yang meningkatkan efisiensi dan stabilitas sistem.

*Delivery valve* berfungsi mengatur aliran udara terkompresi keluar dari silinder ke sistem distribusi udara setelah langkah kompresi. Saat *piston* mencapai titik puncak dan tekanan di dalam silinder melebihi tekanan pipa buang, *valve* ini terbuka menurut Adnan et al (2022) Untuk setiap langkah bolak-balik torak, katup suction dan delivery kompresor membuka dan menutup sendiri karena perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar silinder.

Kebocoran dapat terjadi pada katup tekanan tinggi dan rendah setelah lebih dari 200 jam (atau sesuai dengan instruksi manual pabrik) karena katup sering menerima tekanan berat, menyebabkan permukaannya tidak rata, yang mengurangi tekanan udara yang masuk menurut Rahman Raising (2022).

Udara luar yang tidak bersih dan lembab menyebabkan kerak pada katup isap, yang mengganggu fungsinya. Dorongan udara balik dapat terjadi jika katup isap tidak tertutup sempurna selama kompresi. Menempatkan media tipis dan fleksibel, seperti paking atau plat besi tipis, pada lubang isap filter udara memungkinkan untuk mengidentifikasi ini. Dorongan balik menunjukkan katup isap tidak menutup sepenuhnya menurut Rahman Raising (2022).

Gambar 2. 7 Bagian-bagian *Spring Valve*



Sumber : Manual Book Tanabe Air Compressor

Bagian-bagian utama pada *suction* dan *delivery valve* meliputi:

1. *Valve Plate*, fungsinya untuk membuka dan menutup jalur udara saat tekanan berubah.
2. *Spring*, Memberikan tekanan balik agar *valve* Kembali ke posisi awal setelah terbuka.
3. *Valve Seat*, Menjadi permukaan tempat *valve plate* menutup rapat.
4. *Guide*, menjaga posisi *valve plate* tetap lurus saat bergerak.

5. *Stop Plate / Retainer*, Mencegah *valve plate* bergerak terlalu jauh dan rusak.

Perawatan pada *suction* dan *delivery valve* dilakukan sesuai *running hours* pada *main air compressor*. Periksa kebersihan dan keausan *valve plate* dan *seat* serta kekuatan pegas. Penggantian komponen dilakukan apabila *valve plate* retak, pegas lemah, dan *seat* aus.

#### **H. Jenis, Fungsi Dan Perawatan Pada *Ring Piston***

Komponen berbentuk cincin logam yang disebut *piston ring* dipasang pada alur *piston*, dan bergerak secara vertikal bersama *piston* di dalam ruang silinder. Dalam sistem air compressor, piston ring berfungsi sebagai segel dinamis yang memegang peranan penting dalam proses kompresi udara. Menurut Żurawski (2022) *groove* adalah saluran atau jalur di sekitar piston yang digunakan untuk memasang cincin *piston*. *groove* berada di luar *crown piston* dan berfungsi untuk mengkompresi, jika ada leadakan pembakaran. *Gap* adalah jarak antara ujung ring piston.

Menurut Rosyidah et al (2024) karena tekanan yang kurang dapat menyebabkan udara yang dimampatkan dalam silinder tidak maksimal, udara akan lolos dan menyebabkan kebocoran saat kompresi, tekanan kompresi sangat penting untuk kinerja *main air compressor*.

*Piston ring* memiliki empat fungsi utama dalam *air compressor*:

##### 1. Membentuk Segel Kompresi

Menyegel ruang kompresi agar udara bertekanan tidak bocor ke ruang *crankcase* saat langkah kompresi. Fungsi ini dijalankan oleh tipe *compression ring*.

##### 2. Mengontrol Distribusi Oli

*Oil control ring* menyapu kelebihan oli dari dinding silinder dan menjaga pelumasan tetap optimal tanpa oli masuk ke ruang kompresi.

##### 3. Transfer Panas

Membantu memindahkan panas dari *piston* ke dinding silinder yang

lebih dingin, menjaga kestabilan suhu *piston* dan mencegah ekspansi termal yang berlebihan.

#### 4. Menstabilkan Gerakan *Piston*

Menjaga posisi *piston* agar tetap stabil di tengah silinder, mencegah kontak langsung antara *piston* dan dinding silinder yang dapat menyebabkan keausan.

Biasanya terdapat 2 hingga 3 jenis *piston ring* yang dipasang secara berurutan:

1. *Top Compression Ring*: Berfungsi menyegel tekanan utama dari ruang kompresi.
2. *Second Compression Ring / Wiper Ring*: Bertindak sebagai segel tambahan dan penyapu sisa oli.
3. *Oil Control Ring*: Mengatur jumlah oli yang berada di dinding silinder untuk menjaga pelumasan dan mencegah oli masuk ke ruang kompresi.

Umur pakai *piston ring* sangat bergantung pada kondisi kerja, kualitas pelumasan, dan kebersihan udara yang dikompresi. Berikut adalah langkah-langkah perawatan yang disarankan:

##### 1. Inspeksi Berkala:

Pemeriksaan dilakukan dengan mengukur celah antara *piston ring* dan silinder, jika melebihi toleransi, *ring* harus segera diganti. Pemeliharaan berkala sesuai dengan *manual book* sangat penting untuk memastikan kompresor udara beroperasi dengan optimal dan memperpanjang umur pakainya menurut Rosyidah et al (2024).

##### 2. Penggantian Rutin:

Dianjurkan untuk mengganti *piston ring* sesuai panduan dari pabrikan. Pada kondisi kerja berat, penggantian bisa lebih cepat.

##### 3. Perawatan Sistem Pelumasan:

Gunakan oli berkualitas tinggi dan pastikan sistem pelumas tidak tersumbat. Pelumasan yang buruk dapat mempercepat keausan dan meningkatkan suhu kerja *piston*.

#### 4. Kebersihan Sistem:

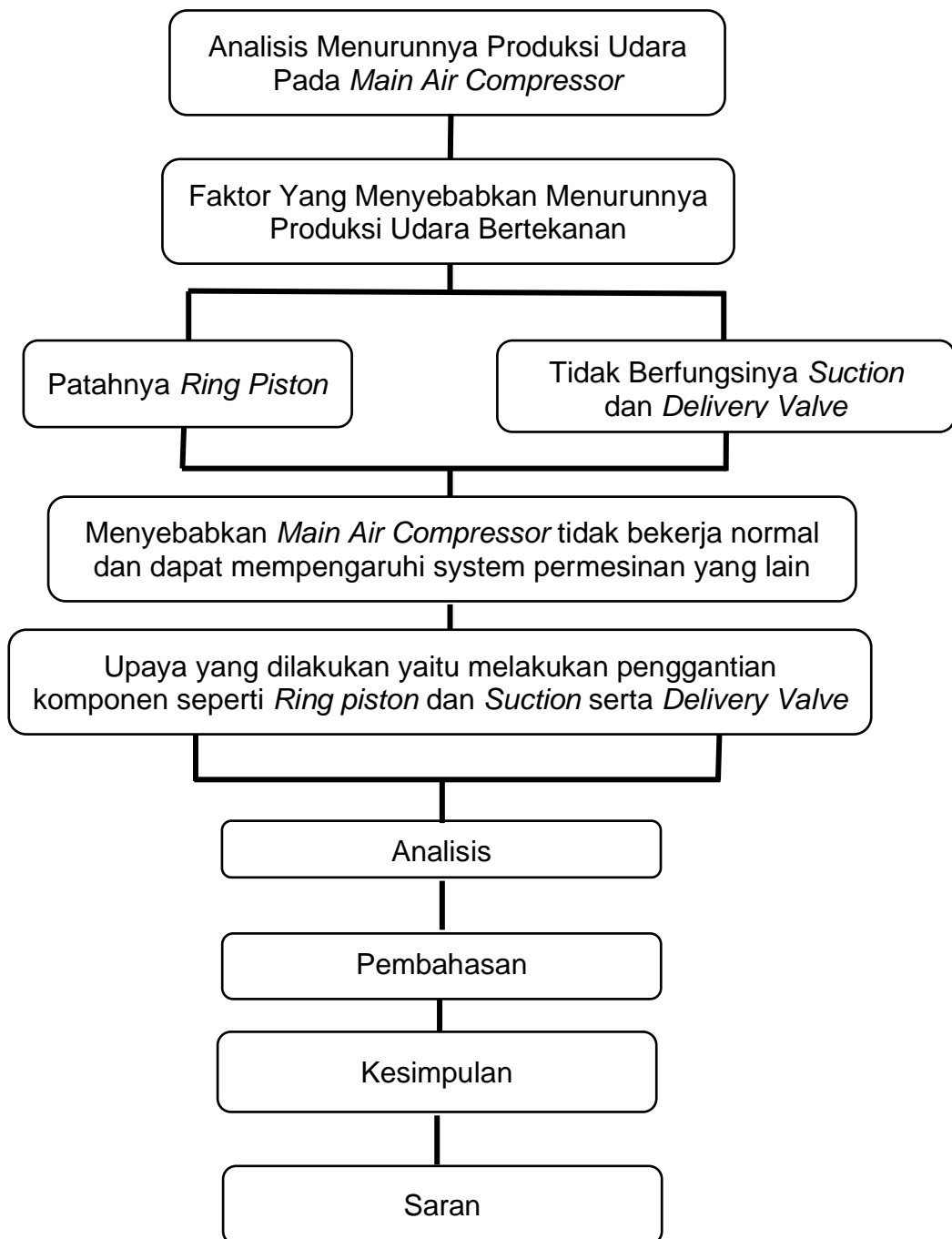
Jaga kebersihan filter udara agar partikel asing tidak masuk ke dalam ruang silinder dan merusak permukaan *piston ring*.

Jika *piston ring* mengalami kerusakan atau keausan, dapat menimbulkan beberapa masalah serius seperti penurunan tekanan kompresi, konsumsi oli yang berlebihan, oli terbawa ke saluran udara keluar, peningkatan suhu kerja, timbulnya getaran dan kebisingan, kerusakan ini dapat merusak komponen internal kompresor dan menurunkan efisiensi.

## I. Kerangka Pikir

Sesuai dengan judul skripsi yang di ambil maka susunan kerangka pikir adalah sebagai berikut:

Gambar 2. 8 Kerangka Pikir



## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **A. Jenis Penelitian**

Penulis melakukan penelitian kombinasi atau metode campuran, yang menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis dan mengukur data numerik. Seperti hasil pengukuran celah (*gap*) dan alur (*groove*) *ring piston*, suhu pendingin, serta tekanan 1<sup>st</sup> *stage* dan 2<sup>nd</sup> *stage* berdasarkan manual book. Data kuantitatif dianalisis dengan membandingkan hasil pengukuran aktual dengan standar teknis yang telah ditetapkan. Sementara itu, pendekatan kualitatif digunakan untuk memahami faktor-faktor penyebab kerusakan yang tidak dapat diukur secara langsung, seperti perilaku perawatan awak kapal, kualitas pelumasan, dan kebijakan perawatan dari perusahaan. Metode pengumpulan data meliputi observasi, dokumentasi dari jurnal mesin dan buku manual.

Penelitian ini akan mempelajari fenomena atau peristiwa di lapangan terkait dengan penurunan produksi udara pada kompressor utama. Penelitian ini akan dilakukan di atas kapal saat taruna melakukan praktek laut (prala) pada semester V dan VI.

### **B. Definisi Operasional Variabel**

Definisi Operasional Variable merupakan batasan terhadap masalah-masalah variabel yang dijadikan pedoman dalam penelitian sehingga akan memudahkan dalam mengoperasionalkannya di lapangan. Beberapa definisi konsep akan dibuat untuk memudahkan pemahaman dan penafsiran berbagai teori yang dibahas dalam penelitian ini, antara lain:

#### *1. Main Air Compressor*

Alat mekanik yang disebut *main air compressor* memampatkan udara dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi (hingga  $\pm 30$  bar) yang

digunakan untuk mendukung sistem pneumatik di kapal, seperti *starting air system*, kontrol katup, dll. Di kapal laut, umumnya digunakan kompresor bertingkat dua (*two-stage reciprocating compressor*), yang bekerja berdasarkan prinsip pemampatan volume udara secara bertahap.

## 2. Produksi Udara

Yang dimaksud dengan produksi udara dalam penelitian ini adalah kemampuan *main air compressor* dalam menghasilkan dan menyuplai udara bertekanan ke *air bottle* dalam satuan tekanan ( $\text{kg/cm}^2$ ) dan waktu (menit). Produksi dianggap menurun apabila tekanan maksimum tidak tercapai dalam waktu pengisian normal (misalnya  $24 \text{ kg/cm}^2$  dalam 5–8 menit).

## 3. Faktor Penyebab Teknis

Dalam konteks penelitian ini, faktor penyebab teknis mencakup segala bentuk kerusakan, keausan, penyumbatan, atau kelalaian perawatan yang dapat memengaruhi fungsi utama kompresor. Contoh faktor penyebab seperti kerusakan *valve spring*, *ring piston* aus, kebocoran udara, *intercooler* tidak optimal, atau tekanan pelumas yang rendah.

### C. Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian lapangan digunakan untuk mengumpulkan data, yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara peninjauan secara langsung pada obyek yang diteliti. Data dan informasi yang telah penulis kumpulkan melalui:

1. Teknik observasi pengamatan langsung di lapangan saat penulis melakukan praktek laut merupakan cara untuk mendapatkan informasi tentang suatu hal yang diteliti karena apa yang dikatakan tidak selalu sesuai dengan keadaan di lapangan.
2. Studi pustaka adalah jenis penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan mengumpulkan beberapa buku (buku manual), majalah, dan liflet yang berkaitan dengan subjek dan tujuan penelitian. Buku-buku

ini dianggap sebagai sumber data yang akan diolah dan dianalisis. Selain itu, penulis dapat mendapatkan informasi tentang teknik penelitian yang diharapkan melalui studi pustaka.

3. Salah satu metode untuk menentukan prioritas masalah adalah USG berdasarkan tiga aspek utama, yaitu *Urgency* (urgensi/kedaruratan), *Seriousness* (keseriusan), dan *Growth* (pertumbuhan/potensi perkembangan masalah). Metode ini membantu peneliti atau praktisi dalam menyusun skala prioritas dari beberapa permasalahan yang ditemukan, untuk memberikan lebih banyak perhatian pada masalah yang paling mendesak dan harus diselesaikan segera. Metode USG banyak digunakan dalam bidang manajemen mutu, analisis masalah organisasi, dan pengambilan keputusan berbasis data.

#### **D. Teknik Analisis Data**

Untuk menghasilkan hasil yang sah dan sesuai dengan tujuan penelitian, proses pengolahan dan analisis data merupakan langkah penting. Dalam konteks penyelidikan tentang penurunan produksi udara pada *main air compressor* di atas kapal MT SC Gold Ocean.

Untuk menganalisis pokok permasalahan di dalam penelitian skripsi ini maka peneliti menggunakan analisis secara observasi yaitu dengan menggunakan metode deskriptif yang menggunakan data tertulis atau lisan objek yang diamati, yaitu dengan memberikan gambaran tentang apa yang terjadi di lapangan kemudian dibandingkan dengan teori yang ada sehingga diberikan solusi untuk masalah. Analisis data yang digunakan adalah dengan melihat bagaimana penyebab menurunnya produksi udara pada *Main Air Compressor*.

**E. Tabel Jadwal Pelaksanaan Penelitian**

Pada Tabel 3.1 menguraikan jadwal pelaksanaan penelitian yang akan peneliti laksanakan di atas kapal.

Tabel 3. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2023											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan Data Buku Referensi	■											
2.	Pemilihan judul	■											
3.	Penyusunan proposal dan bimbingan		■										
4.	Seminar proposal			■									
5.	Perbaikan seminar proposal			■									
6.	Pengambilan data												■
		Tahun 2024											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7.	Pengambilan data	■											
		Tahun 2025											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8.	Pengolahan Data dan bimbingan hasil skripsi			■									
9.	Seminar Hasil penelitian dan perbaikan												
10.	Seminar Hasil penelitian dan perbaikan												
11.	Ujian tutup skripsi												