



**ANALISIS PENURUNAN PERFORMA AIR DRYER GUNA  
KELANCARAN PENGOPERASIAN PNEUMATIC VALVE ACTUATOR  
DI MT. CORAL ALICIA**

**SKRIPSI**

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

**Oleh**

**ICHINO RENTO ALDI PERDANA KUSUMA**  
**NIT. 572011227675 T**

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN  
SEMARANG**

**2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS PENURUNAN PERFORMA AIR DRYER GUNA  
KELANCARAN PENGOPERASIAN PNEUMATIC VALVE ACTUATOR DI  
MT. CORAL ALICIA**

Disusun Oleh:

**ICHINO RENTO ALDI PERDANA KUSUMA**  
NIT. 572011227675 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

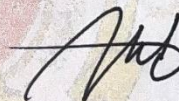
Semarang, 1 Juli ..... 2024

Dosen Pembimbing I  
Materi



**Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL,**  
**M.T, M.Mar.E**  
Penata Tingkat I, (III/d)  
NIP.19730331 2006041 001

Dosen Pembimbing II  
Metodelogi dan Penulisan



**Drs. SUHARTO., M.T.**  
Pembina Tk I (IV/b)  
NIP. 19661319 199403 1 001

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknika



**Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T, M.Mar.E**  
Penata Tingkat I (III/d)  
NIP.19730331 2006041 001

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul “ANALISIS PENURUNAN PERFORMA *AIR DRYER*  
GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN *PNEUMATIC VALVE ACTUATOR*  
DI MT. CORAL ALICIA” karya,

Nama : Ichino Rento Aldi Perdana Kusuma

NIT : 572011227675 T

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik  
Ilmu Pelayaran Semarang pada hari , tanggal

Semarang, 2024

**PENGUJI**

Penguji I : Dr. ANDY WAHYU HERMANTO, M.T.  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19791212 200012 1 001

Penguji II : Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T., M.Mar.E.  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19730331 200604 1 001

Penguji III : Capt. SUHERMAN., M.Si., M.Mar.  
Pembina (IV/a)  
NIP. 19660915 199903 1 001

Mengetahui :  
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

**Capt. SUKIRNO., M.MTr., M.Mar**  
Pembina Tingkat I (IV/b)  
NIP. 19671210 199903 1 001

**HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ichino Rento Aldi Perdana Kusuma

NIT : 572011227675 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “ANALISIS PENURUNAN PERFORMA *AIR DRYER*

GUNA KELANCARAN PENGOPERASIAN *PNEUMATIC VALVE ACTUATOR*

DI MT. CORAL ALICIA”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang di jatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 01 Juli 2024

Yang menyatakan pernyataan,



**ICHINO RENTO ALDI**  
**PERDANA KUSUMA**  
**NIT. 572011227675 T**

## HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

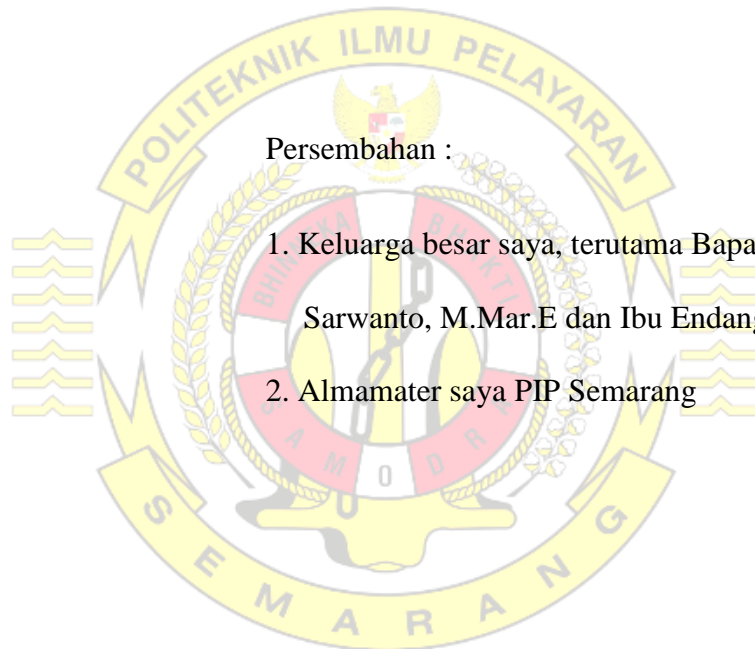
- Hidup hanya bisa dimengerti dengan melihat ke belakang, tetapi ia terus berlanjut ke depan
- Jika jatuh, bangun lagi, jika gagal, coba lagi, jika gagal, bangkit lagi.
- Setiap kesulitan selalu ada kemudahan. Setiap masalah pasti ada solusi

Persembahan :

1. Keluarga besar saya, terutama Bapak

Sarwanto, M.Mar.E dan Ibu Endang Setyorini

2. Almamater saya PIP Semarang



## PRAKATA



Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat serta hidayah-Nya Penulis telah mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Analisis penurunan performa *air dryer* guna kelancaran pengoperasian *pneumatic valve actuator* di mt. coral alicia”, guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran dan untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini, Penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak yang sangat membantu dan bermanfaat. Dalam kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

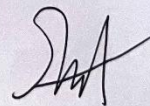
1. Bapak Capt. Sukirno., M.MTr., M.Mar selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T, M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang serta Dosen Pembimbing I skripsi yang telah sabar dalam memberikan dukungan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Drs. Suharto., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberi dukungan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
4. Seluruh tim penguji yang telah meluangkan waktu untuk menguji skripsi ini.

5. Seluruh dosen PIP Semarang yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
6. Perusahaan PT. Anthony Veder dan seluruh crew kapal MT.Coral Alicia yang telah memberikan kesempatan untuk tempat penelitian dan praktik laut serta membantu proses Penulisan skripsi ini.
7. Bapak Sarwanto, M.Mar.E dan Ibu Endang Setyorini selaku orang tua yang telah memberikan doa dan dukungannya.
8. Seluruh teman-teman angkatan LVII yang telah memberi motivasi dan dukungan dari awal pendidikan hingga saat ini.

Dengan segala kerendahan hati, Penulis menyadari bahwa dalam Penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi seluruh civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang khususnya prodi Teknik dan bagi seluruh pembaca skripsi ini.

Semarang, 15 Juni 2024

Penulis



**ICHINO RENTO ALDI**  
**PERDANA KUSUMA**  
**NIT. 572011227675 T**

## ABSTRAKSI

**Kusuma, Ichino Rento Aldi Perdana.** 2024. “*Analisis penurunan performa air dryer* guna kelancaran pengoperasian *pneumatic valve actuator* di *MT. Coral Alicia*”. Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I : Dr. Ali Muktar Sitompul M.T, M.Mar.E., pembimbing II: Drs. Suharto., M.T.

Sistem *pneumatic* adalah sistem yang cara kerjanya menggunakan udara terkompresi, dimana sistem ini memerlukan udara yang kering untuk setelah itu diedarkan ke permesinan yang membutuhkan udara sebagai penggeraknya maka dari itu udara yang dihasilkan harus sepenuhnya kering.. Kelancaran dalam pengoperasian sistem *pneumatic* sangat bergantung dengan alat yang bernama *air dryer*. Alat ini berperan sebagai pengering udara agar tidak mengandung air, karena jika masih mengandung air akan mempengaruhi kinerja peralatan yang menggunakan prinsip *pneumatic* salah satunya *valve actuator*. Berdasarkan pengalaman Penulis, pada tanggal 15 April 2023, terjadi kegagalan dalam pengoperasian *valve actuator* yang menyebabkan beberapa *valve* tidak terbuka sepenuhnya, salah satunya yang paling berpengaruh adalah *valve ballast*. Proses *ballasting* mengalami gangguan karena *valve actuator* tidak dapat terbuka sepenuhnya. Tujuan penelitian ini guna mengetahui faktor penyebab, dampak dari kegagalan pengoperasian *air dryer system*, serta upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan teknik analisis data RCA (*Root Cause Analysis*) 5 *why*. Metode ini bekerja dengan meninjau faktor penyebab penurunan performa *air dryer* dari yang paling utama untuk mengetahui penyebab dasar dari kegagalan tersebut. Uji kredibilitas data dalam penelitian dengan triangulasi data.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kegagalan pengoperasian alat tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yaitu: kondensor kotor, *ambient temperature* tinggi, pipa *freon* menuju evaporator kotor. Kegagalan pengoperasian tersebut dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada sistem *pneumatic* yang dikarenakan udara yang dihasilkan tidak sepenuhnya kering masalah ini ditemukan saat *drain tube* pada *actuator* dicerat dan mengeluarkan air. Upaya untuk mengatasi yaitu melakukan pembersihan kondensor dan *fan* agar aliran pendinginan udara dapat berjalan normal dan lakukan *monitoring*. Melakukan pemindahan *air duct* ke ruang pendingin jika kamar mesin panas. Melakukan pembersihan pada pipa kondensor dengan cairan *chemical enviromate* yang direndam selama 24 jam. lebih sering jika kapal memasuki area operasi yang memiliki kualitas udara kurang baik.

**Kata kunci:** *air dryer system*, kondensor, evaporator, *freon*, RCA.



## ABSTRACT

**Kusuma, Ichino Rento Aldi Perdana.** 2024. “*Analysis of decreased water performance of dryers for smooth operation of pneumatic valve actuators at MT. Coral Alicia*”. thesis for Engineering Study Program, Diploma IV Program, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Supervising I : Dr. Ali Muktar Sitompul M.T, M.Mar.E., Supervising II: Drs. Suharto., M.T.

The pneumatic system is a system that works using compressed air, where this system requires dry air to be circulated to machinery that requires air as a driver, therefore the air produced must be completely dry. The smooth operation of the pneumatic system is very dependent on a tool called an air dryer. This tool acts as an air dryer so that it does not contain water, because if it still contains water it will affect the performance of equipment that uses pneumatic principles, one of which is the valve actuator. Based on the author's experience, on April 15, 2023, there was a failure in the operation of the valve actuator which caused several valves not to open completely, one of which was the most influential was the ballast valve. The ballasting process was disrupted because the actuator valve could not open completely. The purpose of this study is to determine the causal factors, the impact of the failure of the air dryer system operation, and the efforts that can be made to overcome these problems.

This research uses a qualitative descriptive method with 5 why RCA (Root Cause Analysis) data analysis technique. This method works by reviewing the factors that cause the decline in air dryer performance from the most important to find out the basic causes of the failure. Test the credibility of data in the study with data triangulation.

This study shows that the failure of the operation of the tool is caused by several factors, namely: dirty condenser, high ambient temperature, dirty freon pipe to the evaporator. Failure to operate can cause interference with the pneumatic system because the air produced is not completely dry this problem is found when the drain tube on the actuator is tangled and releases water. The effort to overcome is to clean the condenser and fan so that the air cooling flow can run normally and do monitoring. Move the air duct to the cooling room if the engine room is hot. Cleaning the condenser pipe with chemical enviromate liquid soaked for 24 hours. more often if the ship enters an operating area that has poor air quality.

**Keywords :** *air dryer system, kondensator, evaporator, freon, RCA.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAKSI .....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
A. Latar Belakang Masalah.....	15
B. Fokus Penelitian.....	17
C. Rumusan Masalah .....	18
D. Tujuan Penelitian.....	18
E. Manfaat Hasil Penelitian.....	19
BAB II KAJIAN TEORI.....	20
A. Deskripsi Teori .....	20
B. Kerangka Penelitian .....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
A. Metode Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
B. Tempat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
C. Sampel Sumber Data Penelitian/Informan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
D. Teknik pengumpulan data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
E. Instrumen Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
F. Teknik Analisis Data Kualitatif.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
G. Pengujian Keabsahan Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV HASIL PENELITIAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

A.	Gambaran Konteks Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
B.	Deskripsi Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
C.	Temuan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
D.	Pembahasan Hasil Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....		41
A.	Simpulan .....	41
B.	Keterbatasan Penelitian.....	42
C.	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA .....		44



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Penelitian terdahulu.....**Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kompresor .....	21
Gambar 2.2 kondensor dan <i>fan</i> .....	22
Gambar 2.3 Evaporator .....	23
Gambar 2.4 Sistem pengering udara .....	26
Gambar 2.5 Siklus aliran <i>freon</i> .....	29
Gambar 2.6 Termometer ruangan kering dan basah .....	30
Gambar 2.7 <i>Dew point</i> .....	31
Gambar 2.8 Fraksi jenuh air pada permukaanair laut.....	33
Gambar 2.9 Kerangka penelitian .....	39
Gambar 3.1 Kapal MT. Coral Alicia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.2 air dryer atlas copco .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.3 Triangulasi teknik pengumpulan data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.1 Air dryer atlas copco .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.2 Specification <i>air dryer atlas copco FX3</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.3 Komponen <i>air dryer</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.4 kondensor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.5 Pipa <i>freon</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.6 Analisis 5 <i>why</i> kondensor kotor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.7 Analisis 5 <i>why ambient temperature</i> tinggi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.8 Alarm <i>pressure dew point</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.9 Analisis 5 <i>why</i> pipa saluran <i>freon</i> menuju evaporator kotor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 <i>Ship Particulars</i> MT.Coral Alicia .....	46
LAMPIRAN 2 <i>Crew List</i> MT. Coral Alicia .....	47
LAMPIRAN 3 Hasil Kegiatan Wawancara .....	48
LAMPIRAN 4 Daftar Riwayat Hidup .....	51



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Sistem udara terkompresi dalam industri maritim memenuhi kebutuhan penanganan dan transportasi kendaraan atau peralatan kendali. Udara bersih yang dihasilkan kompresor harus dikeringkan sebelum digunakan di peralatan yang menggunakan sistem *pneumatik*, dan jumlah kandungan air pada udara yang dihasilkan kompresor udara harus dikeluarkan. Oleh karena itu diperlukannya suatu alat penyaring udara atau biasa disebut dengan *air dryer* beserta penunjangnya sebagai penyaring. *Air dryer* adalah suatu alat yang digunakan untuk menghilangkan kandungan air pada udara hasil kompresor. Alat pengering ini banyak dijumpai pada industri-industri yang menggunakan udara sebagai sumber penggerakannya. Udara terkompresi sering digunakan untuk menggerakkan katup aktuator *pneumatik*. Terlalu banyak air di sistem *pneumatic* seringkali menyebabkan kerusakan pada *valve actuator*. Oleh karena itu *air dryer* digunakan untuk mengeluarkan air dari udara bertekanan sebelum digunakan sebagai penggerak *pneumatic valve actuator*. Ada beberapa jenis pengering udara untuk pengeringan udara terkompresi, antara lain pengering udara dengan jenis sistem pendingin (refrigerasi) dan pengering udara dengan jenis penyerapan kadar air (absorpsi). Pendingin udara dan sistem pendingin atau refrigerasi sangat banyak dicari atau digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Dalam praktiknya, sangat penting untuk memastikan sistem pengering udara tetap berkualitas baik agar sistem *pneumatic* bebas dari air. Pada

penelitian ini, akan dilakukan analisis terhadap performa pengering udara tipe berpendingin udara dengan tipe Atlas copco FX3 dimana mesin pengering tersebut menggunakan sistem pendingin atau refrigerasi. Terdapat beberapa permasalahan yang terjadi pada sistem refrigerasi mesin pengering udara diantaranya *overheating*, titik embun yang tinggi, dan titik embun yang rendah (beku), *low pressure switch* untuk *freon* yang tidak normal, dan *evaporator fin* yang kotor. Sehingga perlu dilakukan studi kasus pada system pengering udara tipe pendingin atau refrigerasi yang berkualitas baik dan sesuai kebutuhan.

Maksimal atau tidaknya kerja *air dryer* akan berpengaruh ke beberapa permesinan, salah satunya akan berpengaruh kepada sistem *ballast* yaitu pada *pneumatic valve actuator*. Kelancaran operasi sistem *ballast* sangat krusial selama proses *ballasting dan deballasting*. Hal ini disebabkan oleh pengaruh air laut yang masuk dan keluar dari tangki *ballast*, yang dapat memengaruhi stabilitas kapal ketika sedang melakukan proses bongkar muat. Fungsinya yang utama adalah mengatur stabilitas kapal dengan mengatur aliran air laut sebagai media penyeimbang. Dalam kenyataannya, *pneumatic valve actuator* pada *ballast system* sering kali mengalami hambatan saat proses pembukaan *valve*, seperti yang pernah terjadi di MT. CORAL ALICIA pada tanggal 15 April 2023 sebelum melaksanakan *deballasting* di Chiba Jepang, saat dilakukan proses pembukaan *valve* untuk melaksanakan *deballasting*, ditemukannya beberapa *valve* yang dalam pembukaannya mengalami hambatan, sehingga *valve* tidak dapat terbuka dan tertutup kembali. Akibatnya diperlukan pengulangan langkah-langkah sebelum melakukan *deballasting* hingga semua *valve* terbuka. Kondisi ini terjadi secara berulang-ulang setiap akan melakukan *ballasting and*



*deballasting* di pelabuhan. Apabila hal ini tidak segera diatasi, maka akan berdampak terhadap kelancaran pengoperasian *ballast system* yang mengakibatkan keterlambatan dalam melaksanakan *ballasting and deballasting*, sehingga stabilitas kapal mengalami gangguan saat kapal melaksanakan kegiatan bongkar muat. Dilatarbelakangi oleh masalah tersebut diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Analisis penurunan performa air dryer guna kelancaran pengoperasian pneumatic valve actuator di MT.Coral Alicia”**.

## **B. Fokus Penelitian**

Fokus penelitian ini digunakan untuk mengarahkan pokok permasalahan penelitian agar dapat mengetahui ruang lingkup yang akan diteliti supaya penelitian tidak terlalu luas dan relevan untuk digunakan sebagai dasar penelitian. Penelitian kualitatif memiliki batasan tergantung tingkat kredibilitas isu yang akan diatasi atau diselesaikan.

Dalam permasalahan ini penulis hanya memfokuskan permasalahan pada performa *air dryer* tipe *freon* agar menghasilkan kualitas udara yang benar-benar kering sehingga tidak mengganggu kerja *valve actuator* yaitu ”Analisis penurunan performa air dryer guna kelancaran pengoperasian *pneumatic valve actuator* di MT.Coral Alicia. Karena pada permasalahan ini penyebabnya adalah hasil udara yang tidak kering sehingga *valve actuator* tidak membuka dan menutup sempurna. Berdasarkan pengalaman yang ada di kapal penulis selama melaksanakan praktek laut, yaitu di MT. Coral Alicia.

### C. Rumusan Masalah

Dikarenakan pentingnya keberhasilan pengoperasian *air dryer* dalam upaya pengeringan udara agar tidak menimbulkan masalah lain yang dapat mengganggu proses kerja mesin. Berdasarkan latar belakang dan pengalaman penulis saat praktek laut maka akan menguraikan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Faktor-faktor apakah yang menyebabkan penurunan performa *air dryer* di kapal MT. Coral Alicia ?
2. Apakah dampak dari penurunan performa *air dryer* terhadap *pneumatic valve actuator* di kapal MT. Coral Alicia ?
3. Upaya apa yang harus dilakukan untuk mengatasi penyebab penurunan performa *air dryer* di kapal MT. Coral Alicia ?

### D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang akan diteliti oleh penulis, maka terdapat beberapa tujuan yang akan dicapai penulis, yaitu :

1. Untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab penurunan performa *air dryer*.
2. Untuk mengetahui dampak dari penurunan performa *air dryer* terhadap *pneumatic valve actuator*.
3. Untuk mengetahui langkah-langkah yang dapat diambil guna mengatasi faktor-faktor penyebab penurunan performa *air dryer*.

## E. Manfaat Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini memiliki dua manfaat penelitian, adapun manfaatnya yaitu :

### 1. Manfaat teoritis

#### a. Bagi Pembaca

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, dan menambah wawasan khususnya terkait dengan permasalahan penurunan performa *air dryer*.

#### b. Bagi Taruna Taruni Pelayaran Jurusan Teknika

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber belajar tentang penurunan performa *air dryer* bagi para taruna taruni pelayaran jurusan teknik.

#### c. Bagi PIP Semarang.

Diharapkan bahwa penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman mengenai *air dryer*, memberikan tambahan pengetahuan bagi calon perwira kapal, dan menyumbangkan karya ilmiah untuk perpustakaan PIP Semarang.

### 2. Manfaat praktis

Meningkatkan pemahaman, pengalaman, serta pengembangan gagasan dan pengetahuan peneliti tentang sistem *pneumatic*. Penelitian ini menekankan hasil observasi dari lokasi penelitian sebagai upaya menghasilkan referensi yang dapat dijadikan dasar dalam mengaplikasikan teori yang dipelajari di kampus ke dalam konteks pekerjaan di atas kapal.

## BAB II

### KAJIAN TEORI

#### A. Deskripsi Teori

##### 1. *Air dryer*

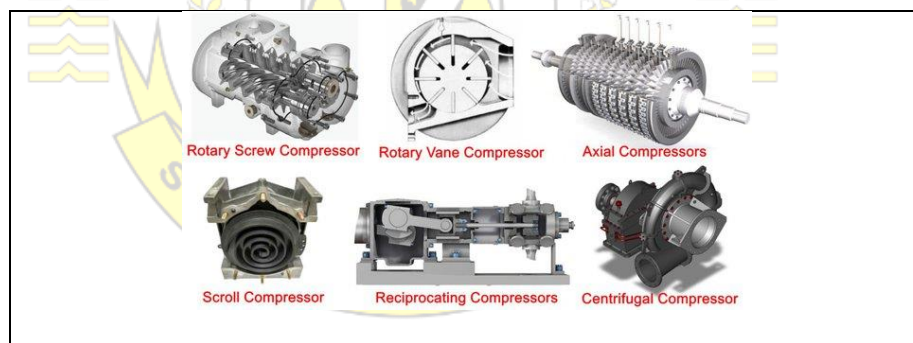
Pengeringan adalah suatu proses di mana terjadi transfer panas dan uap air secara simultan. Dalam tahapan pengeringan, diperlukan energi panas untuk mengubah bentuk air menjadi uap pada permukaan bahan yang sedang dikeringkan. Biasanya, energi panas ini disampaikan melalui udara ber suhu tinggi (Yusuf, 2019). Proses pengeringan melibatkan penguapan zat cair yang terdapat dalam bahan, yang dapat dilakukan dengan memberikan atau mengalirkan panas pada bahan yang sedang dikeringkan. Panas dapat diberikan melalui konveksi (pengeringan langsung), konduksi (pemanasan langsung), radiasi (iradiasi), atau dengan meletakkan bahan pada sumber panas seperti microwave atau radio. Dengan kata lain, pengeringan merupakan suatu proses di mana air dalam bahan diubah menjadi uap. Untuk mencapai hal ini, tekanan udara peralatan dikontrol dengan memanaskan suhu relatif udara atau meningkatkan tekanan sehingga melebihi tekanan udara. Perbedaan tekanan menyebabkan udara menjauh dari benda dan masuk ke atmosfer.

*Air Dryer*, atau yang juga dikenal sebagai pengering udara, merupakan perangkat yang digunakan untuk mengurangi kadar uap air dari udara yang telah terkompresi. Pengurangan uap air ini menjadi suatu kebutuhan penting guna mencegah masalah umum seperti korosi, kerusakan produk, dan

kegagalan fungsi. Penulis akan menjelaskan teori fungsi sistem pengering udara untuk memahami bagaimana alat ini beroperasi. Untuk memastikan kinerja optimal dari mesin air dryer, diperlukan sejumlah komponen utama, yang melibatkan:

a. Kompresor

Kompresor adalah perangkat atau mesin yang berfungsi dengan cara menarik gas *freon* dari evaporator, kemudian memampatkannya agar *freon* mengalami kompresi, dan udara dapat dipadatkan sehingga suhunya naik. Peningkatan suhu *freon* terjadi karena proses kompresi, dan *freon* yang telah menjadi panas dialirkan ke kondensor untuk didinginkan dan kembali menjadi *freon* cair. Berbagai jenis kompresor dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



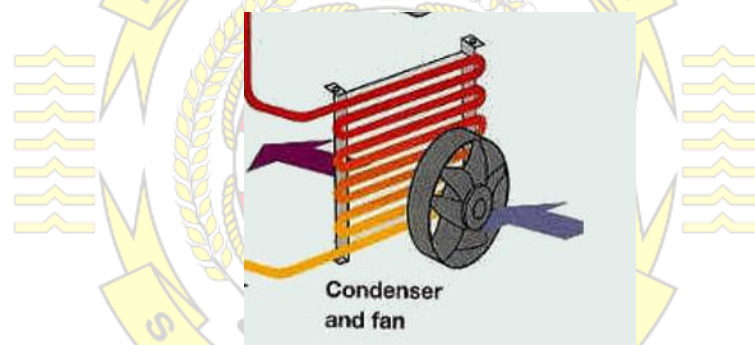
Sumber : <https://id.quora.com/Apa-saja-jenis-jenis-kompresor>

Gambar 2.1 Kompresor

Berbagai jenis kompresor ini memiliki prinsip dasar yang sama, yakni menciptakan kompresi (tekanan) dan meningkatkan laju aliran *refrigerant* atau *freon* sebagai fluida dalam sistem pendingin.

b. Kondensor

Gas *freon* dengan suhu tinggi yang dihasilkan oleh kompresor kemudian mengalir ke kondensor, di mana suhunya diturunkan agar berubah menjadi *freon* cair yang dapat digunakan kembali dalam proses pendinginan. Secara umum, kondensor berfungsi sebagai perangkat pertukaran panas untuk menurunkan suhu refrigeran dari fase gas menjadi fase cair. Kondensor ini terdiri dari sebuah pipa dengan diameter 1 inci dan dilengkapi dengan kipas sebagai pendingin. Dalam konstruksinya, pipa bagian dalam diisi dengan aliran *freon*, sementara kipas berada di luar untuk mendinginkan pipa tersebut.



Sumber: <https://www.hyundai.com/id/id/hyundaistory/articles/condensor>

Gambar 2.2 kondensor dan *fan*

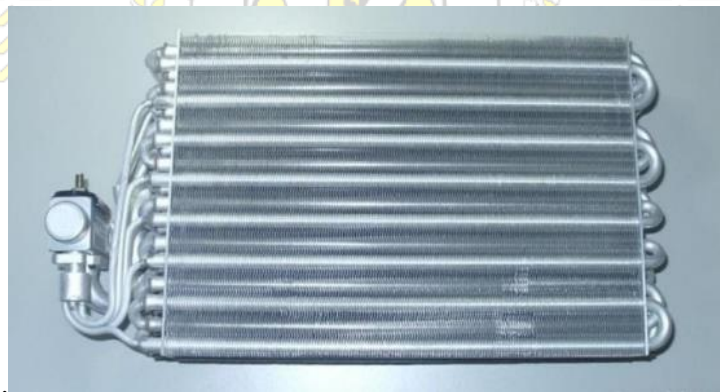
c. Penyaring pengering (*dryer filter*)

*Dryer filter* berperan sebagai penyaring gas *freon* yang mungkin terkontaminasi, agar partikel kotoran tidak dapat melanjutkan perjalanan ke dalam sistem. Keberadaan kotoran yang berhasil melewati filter ini dapat menyebabkan kerusakan pada pipa dan menyebabkan

penyumbatan aliran, yang pada gilirannya dapat menyebabkan korosi pada pipa.

d. Penguap (evaporator)

Evaporator memiliki fungsi untuk menyerap panas dari udara dan mentransfernya ke dalam *freon*. Akibatnya, *freon* yang berwujud cair setelah melalui pipa kapiler akan mengalami perubahan menjadi bentuk gas. Sederhananya, evaporator dapat dianggap alat penukar panas. Suhu *freon* turun secara signifikan, dan *freon* mengalir ke dalam evaporator yang ditempatkan di dalam ruangan yang membutuhkan pendinginan. Ruangan dan isinya memberikan panas pada *freon*, sehingga *freon* yang tadinya berupa cairan akan sepenuhnya berubah menjadi gas sebelum kembali ke kompresor.



Sumber : <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/evaporator>

Gambar 2.3 Evaporator

e. Katup ekspansi thermostatik (*thermostatic expansion valve*)

Katup ekspansi thermostatik berperan dalam mengatur jumlah aliran *freon* yang mengalir menuju evaporator, sesuai dengan kapasitas hisap kompresor. Fungsi lain dari *expansion valve* adalah mengubah gas *freon*

menjadi kabut melalui proses ekspansi. Selama operasi sistem, katup ini dapat mempertahankan tekanan evaporator dan tekanan saluran hisap agar tetap konstan, untuk menjaga beban kompresor agar tetap stabil. Katup ekspansi otomatis mampu mengatur tekanan evaporator agar selalu konstan sesuai dengan batas tekanan yang telah ditetapkan. Dengan demikian, katup ini membantu menjaga kapasitas konstan dalam menghadapi perubahan-beban yang berfluktuasi.

f. *Dual pressure switch*

Pada sistem pengering udara, terdapat alat pengendali berupa *pressure switch* ganda yang berfungsi mengatur operasi kompresor. Kompresor akan dimatikan saat tekanan isap mencapai 0,2 kg/cm<sup>2</sup> dan akan diaktifkan kembali secara otomatis ketika tekanan mencapai 1,2 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk tekanan keluaran, kompresor akan dimatikan pada tekanan 14 kg/cm<sup>2</sup> agar tidak menyebabkan masalah seperti kerusakan peralatan atau kinerja yang tidak efisien.

g. *Overload protector*

*Overload protector* pada sistem pengering udara dipasang secara seri dengan kompresor. Prinsip kerjanya adalah memutus aliran listrik jika arus yang digunakan oleh kompresor melebihi ambang batas normal. Hal ini dilakukan untuk menjaga keamanan operasi kompresor dan mencegah kerusakan fatal pada komponen, terutama pada peralatan yang sering mengalami variasi beban seperti motor listrik atau kompresor dalam sistem pendingin atau refrigerasi.



#### h. *Safety valve*

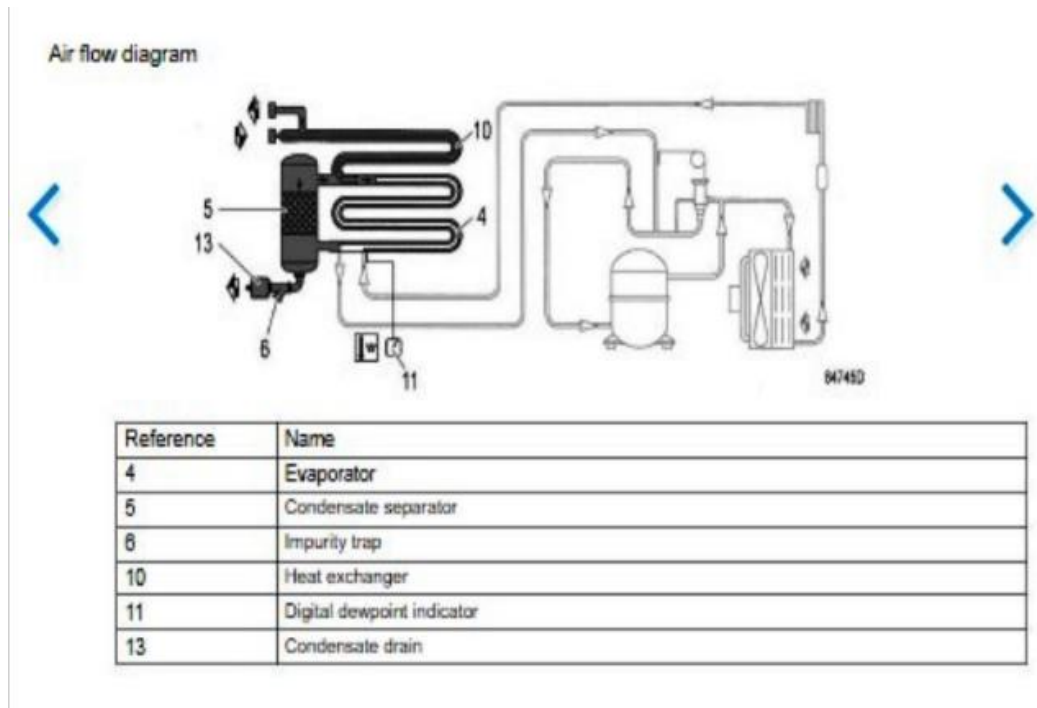
Gunanya untuk mencegah ledakan akibat tekanan berlebih pada kompresor. Jika *pressure switch* tidak berfungsi dan tekanan terus meningkat, *safety valve* akan beroperasi pada tekanan 15 kg/cm<sup>2</sup> untuk menghindari ledakan.

#### 2. Prinsip kerja sistem pengering udara

Menurut Sumardjo (2019) kelembapan udara di atas permukaan laut pada suhu 35°C adalah 38.28 g/m<sup>3</sup> pada tekanan atmosfer, meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Kompresi udara oleh kompresor pada suhu 35°C dan tekanan 6 kg/cm<sup>2</sup> akan meningkatkan kandungan air dalam satu volume. Untuk menghilangkan kandungan air tersebut, diperlukan sistem pengering udara.

Pengering udara berfungsi untuk mengurangi kandungan air dalam udara terkompresi. Terdapat beberapa jenis pengering udara, termasuk *Regenerative Desiccant Dryers*, *Refrigeration Dryer*, *Deliquescent Dryer*, dan *Membrane Dryer*. (Driesen et al., 2020). Pada kapal, prinsip kerja yang digunakan mirip dengan *refrigeration dryer*. Udara dikeringkan dengan cara mendinginkannya hingga mencapai titik *dew point*. Sistem ini menggunakan dua *heat exchanger*, yaitu kondensor dan evaporator. Kondensor mendinginkan cairan *freon*, yang selanjutnya digunakan untuk mendinginkan udara di evaporator. Prinsip kerja ini sesuai dengan sifat uap air yang mengembun pada suhu rendah. Umumnya, udara memiliki dew

point sekitar 0-10 derajat *Celsius*, sesuai dengan buku manual sistem pengering udara. (Driesen et al., 2020)



Gambar 2.4 Sistem pengering udara

(Sumber : *instruction manual book*)

Menurut Maxwell (2020), prinsip operasi sistem pengering udara dimulai dengan pengoperasian kompresor, di mana *freon* akan dikompresi hingga mencapai tekanan tertentu dan selanjutnya didinginkan oleh kondensor. Gas *freon* yang semula berada dalam bentuk gas akan mengalami kondensasi menjadi cair. Kemudian, *freon* cair tersebut diexpand menjadi tekanan yang rendah. Setelah itu, cairan *freon* masuk ke kompresor yang berfungsi untuk mendinginkan udara yang berasal dari kompresor utama. Udara ini mendingin hingga 0-10°C dan membentuk uap air di udara. Udara kering kemudian dialirkan ke mesin dan sistem

pneumatik yang membutuhkan udara kering. Cairan *freon* di evaporator akan menguap dan kembali dihisap oleh kompresor.

### 3. Pengering udara berpendingin (refrigerated air dryer)

#### a. Cara kerja

Sistem udara bertekanan pada kapal laut dihasilkan oleh kompresor, kompresor ini menghasilkan udara yang mampu menghasilkan tekanan sebesar 30 bar. Setelah itu udara disalurkan ke *air bottle* sebagai penampungan sementara. Udara yang sudah ditampung harus dikeringkan dahulu sebelum digunakan melalui *air dryer* agar udara yang dihasilkan tidak mengandung air. Udara yang menuju *air dryer* dari *air bottle* adalah bersuhu panas karena udara terkompresi oleh karena itu harus didinginkan dengan *freon* agar temperature sesuai dengan suhu lingkungan. Proses ini berlangsung di pipa kapiler *air flow* berhimpitan dengan pipa *freon* sehingga *freon* mampu menyerap udara panas. Udara yang sudah bersuhu rendah selanjutnya menuju ke *filter dryer* agar kotoran tidak ikut terbawa ke sistem dan juga yang masih mengandung air, airnya akan keluar melalui saluran kondensat.

#### b. Siklus aliran *freon*

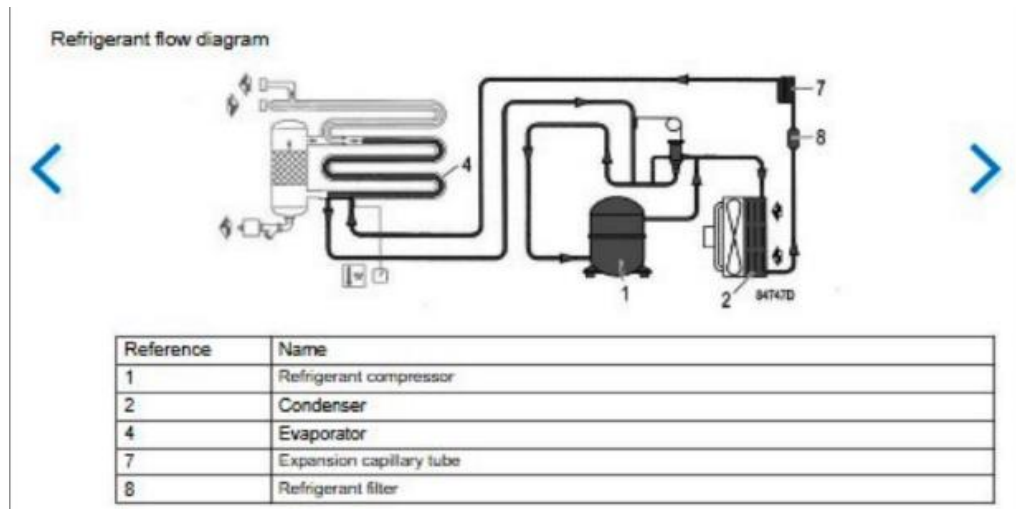
Sistem pengering udara menggunakan sistem pendingin yang menggunakan *freon* yang mencakup banyak proses penting. Prinsip dasar pendinginan meliputi:

- 1) Absorpsi panas oleh evaporator.
- 2) Pemindahan panas oleh kompresor.

### 3) Penyaluran panas oleh kondensor.

Prinsip operasi sistem pengering udara sejalan dengan prinsip kerja pada lemari es dan pendingin ruangan, namun pada pengering udara, pemindahan panas memerlukan energi tambahan yang lebih besar karena skala pendinginan udara lebih besar dan lebih banyak. Dalam sistem pengering udara, *freon* mengalami perubahan bentuk dari gas ke cairan. Pada kompresor, *freon* masih berbentuk uap, dengan tekanan dan suhu ditingkatkan melalui kompresi oleh piston dalam silinder kompresor. Selanjutnya, uap panas *freon* didinginkan pada saluran pipa kondensor untuk berubah menjadi cairan. Saluran pipa kondensor dilengkapi dengan kipas untuk mempercepat proses pendinginan, yang disebut sebagai teknik pengembunan. (Siregar et al., 2023)

Selanjutnya, cairan *freon* masuk ke evaporator dan tekanannya dikurangi, menyebabkan *freon* menguap dan menyerap panas dari udara sekitar. Udara bertekanan dari kompresor melewati evaporator dalam sistem pengering udara, menghasilkan udara yang dingin dan membuat uap air mencapai titik embun. Oleh karena itu, udara yang melewati evaporator menjadi kering. Dalam bentuk uap (gas), *freon* dihisap kembali oleh kompresor. Proses ini berulang terus sampai sistem dimatikan.



Gambar 2.5 Siklus aliran freon

(Sumber : instruction manual book)

c. Suhu titik embun (dewpoint)

Suhu titik embun merujuk pada suhu di mana udara mencapai kondisi saturasi, yang berarti pada suhu tersebut udara akan mulai membentuk embun dan menghasilkan titik-titik air ketika campuran udara dan uap air didinginkan. Apabila udara dalam suatu ruangan didinginkan hingga mencapai titik embunnya, misalnya dengan melewati evaporator, maka air akan mengembun di permukaan evaporator. Jika suhu turun di bawah suhu pembekuan air, titik embun akan disebut sebagai titik beku, karena embun yang terbentuk akan berubah menjadi es. Pengukuran suhu titik embun berkaitan dengan tingkat kelembaban. Nilai titik embun yang lebih tinggi menunjukkan adanya lebih banyak uap air dalam udara (Maxwell & Gary R, 2020)

Sebagai contoh, perhitungan suhu titik embun dapat dilakukan jika yang diketahui adalah kelembaban relatif (relative humidity) dan suhu

ruangan. Contoh perhitungan *dewpoint* bila yang di ketahui adalah *relative humidity* (kelembaban relatif) dan temperatur ruangan.

$$Dew\ Point = \frac{243.12 \times \left\{ \left\{ \ln \left( \frac{RH}{100} \right) \right\} + \frac{17.62 \times T}{243.12 + T} \right\}}{17.62 - \left\{ \left\{ \ln \left( \frac{RH}{100} \right) \right\} + \frac{17.62 \times T}{243.12 + T} \right\}}$$

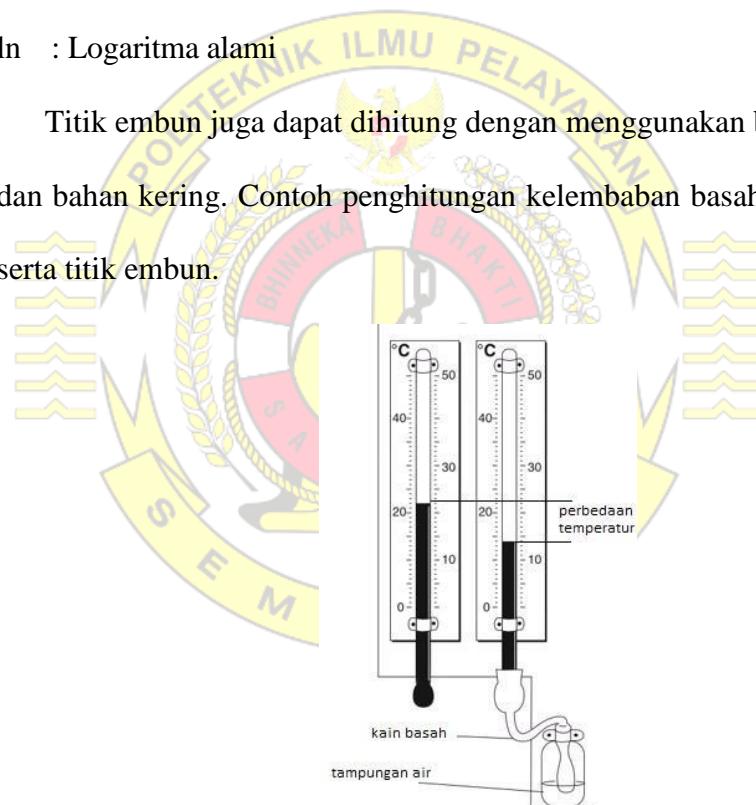
Keterangan :

RH : Kelembaban relatif

T : Temperatur ruangan

ln : Logaritma alami

Titik embun juga dapat dihitung dengan menggunakan bahan basah dan bahan kering. Contoh penghitungan kelembaban basah dan kering serta titik embun.



Gambar 2.6 Termometer ruangan kering dan basah

(Sumber: The handbook of natural resources (2020))

Cara praktisnya adalah dengan menggunakan 2 termometer, basah dan kering. Intinya, semakin kering udara, semakin mudah air bergerak

karena transpirasi memerlukan panas, sehingga menurunkan suhu pada termometer bola basah. Sedangkan *dry bulb* meter mengukur suhu udara sebenarnya. Apabila suhu keduanya berbeda, berarti dibandingkan dengan suhu udara harian. Sebaliknya, jika suhu bola basah dan bola kering sama, berarti udara di udara jenuh. (Driesen et al., 2020)

Tergantung pada perbedaan antara suhu kering dan basah, sistem kering mungkin memiliki jumlah kelembapan yang tepat untuk mengeringkan udara. Dari contoh di atas dapat dibaca bahwa suhu kering adalah 22°C, suhu basah adalah 14°C dan selisihnya adalah 8°C. Jika Anda mengisi tabel, Anda akan mendapatkan titik embun 8°C. Metode berikut adalah salah satu metode paling mudah. (Driesen et al., 2020)

Dewpoint (°C)

Dry-Bulb Temperature (°C)	Difference Between Wet-Bulb and Dry-Bulb Temperatures (°C)															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-20	-20	-33														
-18	-18	-28														
-16	-16	-24														
-14	-14	-21	-36													
-12	-12	-18	-28													
-10	-10	-14	-22													
-8	-8	-12	-18	-29												
-6	-6	-10	-14	-22												
-4	-4	-7	-12	-17	-29											
-2	-2	-5	-8	-13	-20											
0	0	-3	-6	-9	-15	-24										
2	2	-1	-3	-6	-11	-17										
4	4	1	-1	-4	-7	-11	-19									
6	6	4	1	-1	-4	-7	-13	-21								
8	8	6	3	1	-2	-5	-9	-14								
10	10	8	6	4	1	-2	-5	-9	-14	-28						
12	12	10	8	6	4	1	-2	-5	-9	-16						
14	14	12	11	9	6	4	1	-2	-5	-10	-17					
16	16	14	13	11	9	7	4	1	-1	-6	-10	-17				
18	18	16	15	13	11	9	7	4	2	-2	-5	-10	-19			
20	20	19	17	15	14	12	10	7	4	2	-2	-5	-10	-19		
22	22	21	19	17	16	14	12	10	8	5	3	-1	-5	-10	-19	
24	24	23	21	20	18	16	14	12	10	8	6	2	-1	-5	-10	-18
26	26	25	23	22	20	18	17	15	13	11	9	6	3	0	-4	-9
28	28	27	25	24	22	21	19	17	16	14	11	9	7	4	1	-3
30	30	29	27	26	24	23	21	19	18	16	14	12	10	8	5	1

Gambar 2.7 Dew point

(Sumber : Thermal design of a humidification (2022)).

d. Kelembaban (*humidity*)

Kelembaban adalah kandungan uap air di udara. Kadar air dapat dinyatakan sebagai kelembaban absolut, kelembaban spesifik, atau kelembaban relatif. Alat yang mengukur kelembaban disebut higrometer. Ini dapat dibandingkan dengan *thermometer thermostat* untuk suhu udara. Perubahan tekanan parsial uap air di atmosfer berhubungan dengan perubahan suhu. Massa jenis air di udara laut dapat mencapai 35,32 g/m<sup>3</sup> pada suhu 35°C dan tidak boleh melebihi 4,8 g/m<sup>3</sup> pada suhu 0°C. (Driesen et al., 2020)

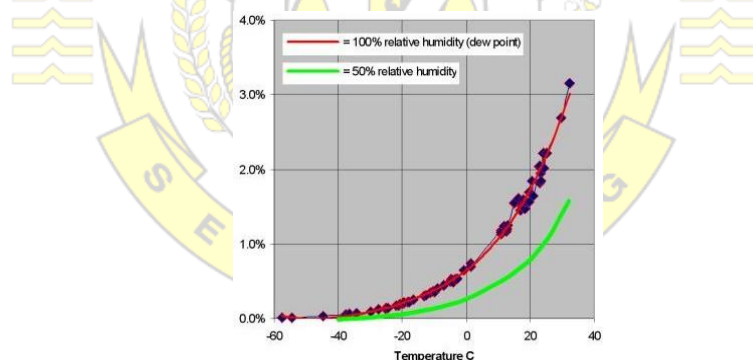
Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban relatif maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban mutlak adalah kandungan uap air (dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya) per satuan volume. Kelembaban relatif membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air tersebut (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh suhu udara. Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual. Masing-masing pernyataan kelembaban udara tersebut mempunyai arti dan fungsi tertentu dikaitkan dengan masalah yang dibahas. (Driesen et al., 2020)

Semua uap air yang ada di dalam udara berasal dari penguapan. Penguapan adalah perubahan air dari keadaan cair ke keadaan gas. Pada proses penguapan diperlukan atau dipakai panas, sedangkan pada



pengembunan dilepaskan panas. Seperti diketahui, penguapan tidak hanya terjadi pada permukaan air yang terbuka saja, tetapi dapat juga terjadi langsung dari tanah dan lebih-lebih dari tumbuh-tumbuhan. Penguapan dari tiga tempat itu disebut dengan evaporasi (Driesen et al., 2020)

Kelembaban relatif dari suatu campuran udara-air didefinisikan sebagai rasio dari tekanan parsial uap air dalam campuran terhadap tekanan uap jenuh air pada temperatur tersebut. Perhitungan kelembaban relatif ini merupakan salah satu data yang dibutuhkan (selain suhu, curah hujan, dan observasi visual terhadap vegetasi) untuk melihat seberapa kering areal perkebunan sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat potensi kebakaran lahan (Driesen et al., 2020)



Gambar 2.8 Fraksi jenuh air pada permukaanair laut

(Sumber : [id.wikipedia.com/wiki/humidity](https://id.wikipedia.com/wiki/humidity))

Tinggi rendahnya kelembaban udara di suatu tempat sangat bergantung pada beberapa faktor sebagai berikut :

- 1) Suhu.
- 2) Tekanan udara.

- 3) Pergerakan angin.
- 4) Kuantitas dan kualitas penyinaran.
- 5) Vegetasi dsb.
- 6) Ketersediaan air di suatu tempat (air, tanah, perairan).

e. Kondensasi

Kondensasi adalah peristiwa perubahan wujud zat dari gas menjadi cair. Kondensasi dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu kondensasi eksterior dan kondensasi interior. Kondensasi eksterior terjadi ketika udara lembab menyentuh permukaan dingin seperti kaca. Kondensasi akan terjadi jika suhu permukaan tersebut berada di bawah titik embun udara (*dewpoint*) (Driesen et al., 2020)

Titik embun udara adalah suhu/temperatur di mana uap air dalam udara mengembun menjadi air pada kecepatan yang sama dengan kecepatan air itu menguap pada tekanan udara konstan. Kondensasi seperti ini biasa terlihat ketika malam hari yang dingin diikuti dengan siang hari yang hangat (Driesen et al., 2020) Di sisi lain, kondensasi interior dapat terjadi ketika kelembaban udara terlalu berlebihan dalam suatu ruang tertutup. Kelembaban udara yang berlebihan ini biasa menyebabkan pengembunan pada kaca jendela yang berbatasan dengan udara luar

Banyaknya pengembunan berbanding lurus dengan banyaknya udara hangat dalam ruang. Semakin banyak udara hangat maka semakin banyak pula uap air yang dimiliki sehingga semakin banyak pula pengembunan yang terjadi pada permukaan.

f. Proses kompresi

Menurut Winterbone (2021) kompresi adalah proses pemampatan gas sehingga tekanannya lebih tinggi dari pada tekanan semula. Proses ini dipakai dalam banyak cabang bidang teknik. Istilah kompresi umumnya dipakai untuk proses yang melibatkan peningkatan tekanan dan kerapatan gas. Dalam praktik, sebagian besar kompresi gas adalah proses kompresi udara. Udara yang dikompresi sering disebut udara tekan. Udara tekan lazim dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk menggerakkan dongkrak, alat kendali otomatis, rem angin, produksi gas botol, proses teknik kimia, dan berbagai macam penggunaan lainnya.

Proses kompresi dilakukan untuk berbagai keperluan, termasuk menghasilkan udara berdaya tekan untuk mengalirkan gas *freon*. Proses kompresi udara secara termodinamika dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

1) Kompresi isothermal

Dalam kompresi isothermal, temperatur gas tidak berubah, sehingga temperatur gas pada akhir langkah kompresi sama dengan temperatur gas pada awal kompresi. Dalam hal ini kenaikan temperatur gas dapat dicegah karena panas yang timbul selama proses kompresi segera diserap sempurna oleh fluida pendinginan melalui silinder. Terlihat sederhana tetapi proses kompresi isothermal sulit dilaksanakan. Tetapi dengan kompresi isothermal kerja yang digunakan adalah yang paling rendah jika dibandingkan dengan jenis proses kompresi lain (Winterbone & Turan, 2021)

## 2) Kompresi politropik

Dalam kompresi politropik temperatur gas setelah kompresi lebih tinggi dari pada temperatur pada awal langkah kompresi meskipun selama proses tersebut berlangsung terjadi perpindahan kalor dari silinder sekitarnya. Kompresi gas *freon* didalam kompresor dalam keadaan nyata kira-kira mendekati proses kerja kompresi politropik. Usaha yang diperlukan untuk kompresi politropik lebih besar dari pada untuk kompresi isothermal tetapi lebih rendah dari pada untuk kompresi adabatik. Disamping itu kenaikan tekanan yang diperoleh dengan kompresi politropik lebih besar dari pada dengan kompresi isothermal dan lebih rendah dari pada kompresi adiabatik (Winterbone & Turan, 2021)

## 3) Kompresi adiabatik

Kompresi adiabatik adalah proses kompresi tanpa perpindahan kalor dari gas dan sekitarnya, yaitu dengan jalan memberikan isolasi panas secara sempurna pada dinding silinder. Kompresi adiabatik membuat, temperatur gas akan naik dan lebih tinggi dari pada kenaikan yang terjadi dengan kompresi politropik. Kompresi adiabatik memerlukan usaha besar untuk kompresi yang lebih besar tetapi akan diperoleh kenaikan tekanan yang tinggi. Hubungan antara tekanan dan volume pada awal langkah kompresi dan pada akhir kompresi dapat dinyatakan sebagai proses kompresi di dalam kompresor, dalam kenyataannya bukanlah kompresi adiabatik

maupun kompresi isothermal akan tetapi kompresi politropik. Kompresi politropik prosesnya mendekati kompresi adiabatik, maka dalam perhitungannya menggunakan diagram Mullier proses kompresi tersebut tidak dianggap adiabatik (Winterbone & Turan, 2021)

#### 4. Faktor-faktor permasalahan pada *air dryer*

Sistem pada *air dryer* dapat mengalami berbagai masalah yang dapat memengaruhi kinerjanya. Berikut adalah beberapa faktor permasalahan yang umum terjadi pada sistem *air dryer*:

##### a. Pipa saluran *freon* yang menuju evaporator kotor

Menurut halaman wikipedia (2018), tembaga tidak bereaksi dengan air, namun ia bereaksi perlahan dengan oksigen dari udara membentuk lapisan coklat-hitam tembaga oksida. Berbeda dengan oksidasi besi oleh udara lapisan oksida ini kemudian menghentikan korosi berlanjut. Lapisan verdigris (tembaga karbonat) berwarna hijau dapat dilihat pada konstruksi-konstruksi dari tembaga yang berusia tua seperti pada Patung Liberty. Tembaga bereaksi dengan sulfida membentuk tembaga sulfidakomponen lainnya.

##### b. Kinerja evaporator yang buruk

Fungsi utama dari evaporator adalah untuk menyerap panas dari udara, cairan, atau gas, yang kemudian menyebabkan gas *freon* dalam evaporator menguap. Kinerja evaporator yang buruk bisa disebabkan

karena suhu *freon* yang tinggi. Hal ini dapat menyebabkan penurunan kapasitas pendinginan dan peningkatan konsumsi energi.

c. Kondensor kotor

Kondensor adalah komponen penting dalam sistem pendingin yang bertanggung jawab untuk proses transfer panas. Akumulasi kotoran pada permukaan kondensor dapat menghambat aliran udara dan transfer panas, sehingga menyebabkan penurunan efisiensi pendinginan. Kinerja kondensor juga dapat dipengaruhi karena kondisi suhu lingkungan yang terlalu tinggi sehingga pendinginan kondensor tidak maksimal. Kipas kondensor juga dapat menjadi masalah jika mengalami trip karena hal ini yang terpenting bagi pendinginan *freon*.

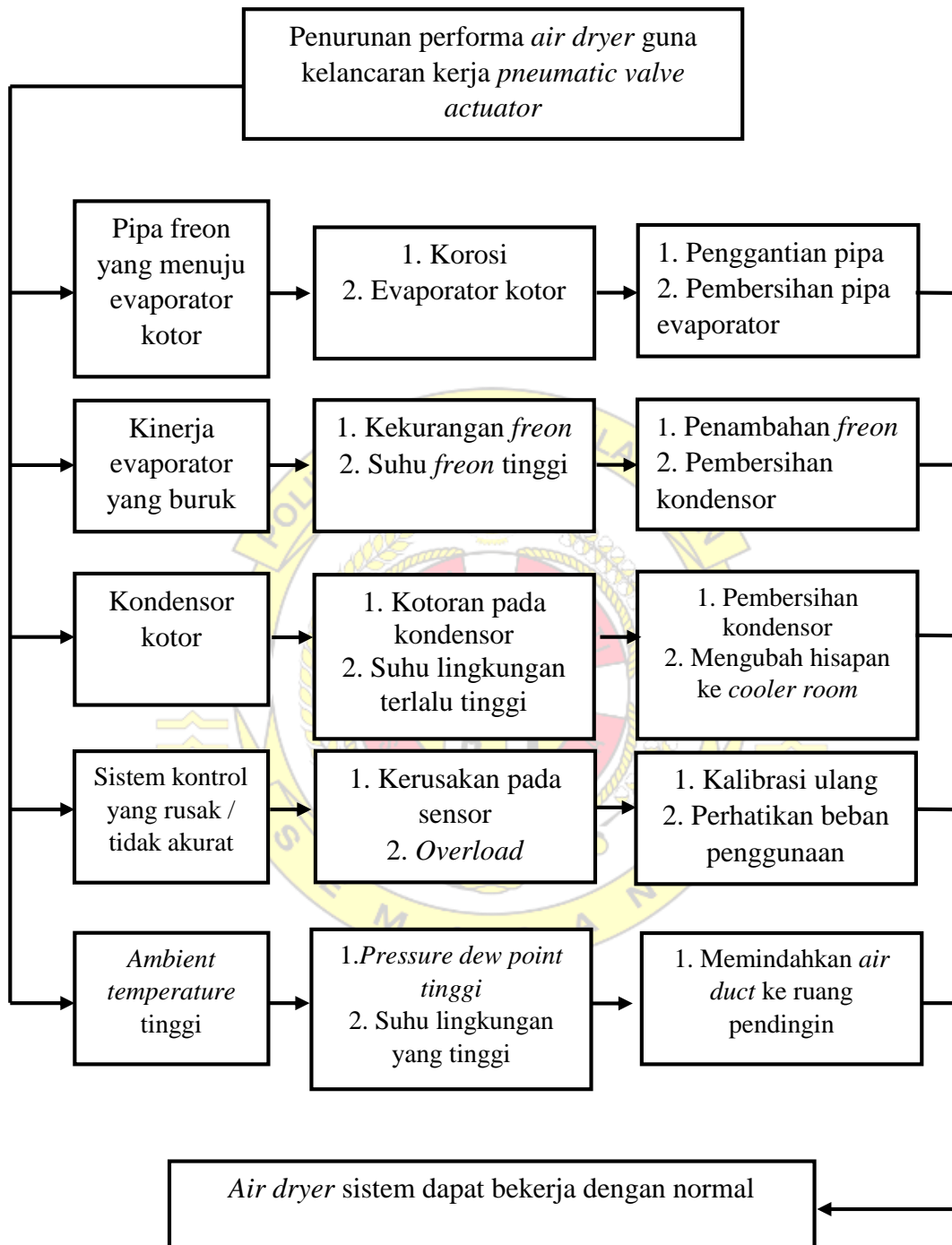
d. Sistem kontrol yang rusak atau tidak akurat

Sistem kontrol pada sistem pendingin bertanggung jawab untuk mengatur operasi komponen-komponen seperti kompresor, kipas, dan katup. Jika sistem kontrol mengalami kerusakan atau tidak akurat, maka pengaturan suhu dan tekanan dalam sistem dapat menjadi tidak stabil, menyebabkan masalah pada kinerja pendinginan.

e. *Ambient temperature* tinggi

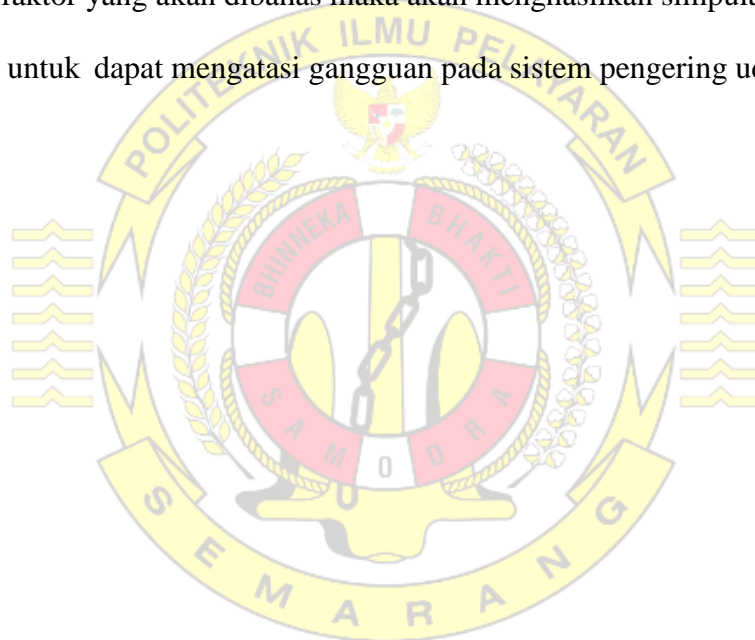
Dari hasil analisis yang penulis lakukan, *ambient temperature* yang tinggi juga dapat berpengaruh bagi performa *air dryer*. Hal ini disebabkan karena udara lingkungan yang terlalu tinggi. Suhu udara yang tinggi menyebabkan *dewpoint* (titik embun) yang tidak sempurna dan membuat *pressure dew point* ikut naik juga.

## B. Kerangka Penelitian



Gambar 2.9 Kerangka penelitian

Berdasarkan kerangka pikir diatas, dapat dijelaskan dari topik yang dibahas yaitu kualitas air, yang mana dari topik tersebut akan menghasilkan faktor penyebab dari topik masalahnya dan penulis ingin mengetahui faktor penyebab tersebut serta upaya ataupun usaha yang dilakukan untuk mengatasi masalah yang ada. Setelah diketahui upaya apa yang dilakukan, selanjutnya membuat landasan teori dari permasalahan diatas untuk selanjutnya dilakukan analisa yang akan diketahui faktor-faktor apa dan kemungkinan masalah tersebut dapat berkembang. Dari faktor-faktor yang akan dibahas maka akan menghasilkan simpulan dan saran dari penulis untuk dapat mengatasi gangguan pada sistem pengering udara.





## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah di uraikan pada bab-bab sebelumnya mengenai penurunan performa *air dryer* guna kelancaran pengoperasian *pneumatic valve actuator*, maka peneliti dapat menarik kesimpulan terhadap permasalahan yang di teliti, yaitu :

1. Faktor yang menyebabkan penurunan performa *air dryer* dikarenakan :
  - a. Kondensor kotor
  - b. *Ambient temperature* yang tinggi
  - c. Pipa saluran *freon* yang menuju evaporator kotor
2. Dampak dari penurunan performa *air dryer* adalah :
  - a. Kondensor kotor
    - 1) Kondensor tidak mampu mendinginkan *freon*
    - 2) *Freon* masih mengandung gas tidak sepenuhnya berubah menjadi cairan
    - 3) Penyerapan panas oleh evaporator tidak maksimal
    - 4) Udara hasil pengeringan masih mengandung air
  - b. *Ambient temperature* yang tinggi
    - 1) *Pressure dew point* tinggi
    - 2) *Compressed air inlet pressure* tinggi
    - 3) Penyerapan panas oleh evaporator tidak maksimal
    - 4) Udara hasil pengeringan masih mengandung air

- c. Pipa saluran *freon* yang menuju evaporator kotor
  - 1) Aliran *freon* menuju evaporator terhambat
  - 2) Tekanan *freon* di evaporator tinggi
  - 3) Evaporator tidak mampu menyerap panas udara
  - 4) Udara hasil pengeringan masih mengandung air
3. Upaya untuk mengatasi penurunan performa *air dryer* yaitu melakukan pembersihan kondensor agar aliran pendinginan udara dapat berjalan normal. Melakukan pemindahan *air duct* ke ruang pendingin jika suhu kamar mesin panas. Melakukan pembersihan pada pipa saluran *freon* menuju evaporator dengan cairan *chemical enviromate* yang direndam selama 24 jam.

## **B. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan ketika peneliti melaksanakan praktek laut di MT. Coral Alicia, peneliti menyadari bahwa proses pengumpulan data untuk penyusunan skripsi ini memiliki beberapa kelemahan akibat keterbatasan penelitian yang dilakukan. Beberapa keterbatasan tersebut antara lain adalah:

1. Pada proses pengumpulan data melalui dokumentasi yang berupa foto, didapatkan beberapa *file* yang rusak serta beberapa foto ada yang hilang, sehingga dapat menjadikan keterbatasan dalam pengumpulan data untuk penelitian ini.
2. Keterbatasan peneliti terhadap pengumpulan data dari sumber data/informan dikarenakan banyaknya pekerjaan di atas kapal sehingga tidak semua sumber data/ informan dapat di wawancara.

3. Keterbatasan literatur atau penelitian sebelumnya membatasi peneliti dalam pemahaman tentang permasalahan yang diteliti. Selain itu tidak semua kapal memiliki dan menggunakan *refrigerant air dryer system* untuk mengelola kontrol *pneumatic* sehingga memiliki keterbatasan dalam sumber data terkait penelitian.

### C. Saran

Dari pembahasan penelitian dan kesimpulan di atas, peneliti memberikan beberapa saran agar tidak terjadi lagi penurunan performa *air dryer* guna kelancaran *pneumatic valve actuator*.

1. Pengecekan sistem *auto start stop air dryer* ketika musim dingin secara kontinu.
2. Menjaga atau memastikan bahwa *air supply* yang akan digunakan oleh *pneumatic valve* tidak mengandung air atau lembap agar tidak terjadi penyumbatan pada *actuator* sesering mungkin dengan *drain* manual.
3. Melakukan *monitoring* setiap pagi secara rutin untuk memantau kondisi komponen mesin *air dryer* dan mencatat hasilnya, seperti *filter* di evaporator, level oli di kompresor dan indikator suhu, agar jika ada sesuatu hal yang tidak beres dapat segera ditangani.

## DAFTAR PUSTAKA

- Driesen, E., Van Den Ende, W., De Proft, M., & Saeys, W. (2020). Influence of Environmental Factors Light, CO<sub>2</sub>, Temperature, and Relative Humidity on Stomatal Opening and Development: A Review. *Agronomy*, 10(12), 1975. <https://doi.org/10.3390/agronomy10121975>
- Duckett, B. (2022). *Webster's New World College Dictionary (4th edition)*. HarperCollins Publishers.
- Garg, K., Das, S. K., & Tyagi, H. (2022). Thermal design of a humidification-dehumidification desalination cycle consisting of packed-bed humidifier and finned-tube dehumidifier. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 183, 122153. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2021.122153>
- Haq, I. S., & Purba, M. A. (2020). Kajian Penyebab Kerusakan Door Packing pada Tabung Sterilizer Menggunakan Metode Root Cause Analysis (RCA) di Sungai Kupang Mill. *JURNAL VOKASI TEKNOLOGI INDUSTRI (JVTI)*, 2(2). <https://doi.org/10.36870/jvti.v2i2.177>
- Khairani, A. I., & Manurung, W. R. A. (2019). *Metodologi Penelitian Kualitatif Case Study*. Trans Info Media.
- Maxwell, & Gary R. (2020). *Synthetic Nitrogen Product*. Kluwer Academic Publishers.
- Prof. Dr. Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (kedua)*. Alfabeta.
- Siregar, M. S., Rafi Zidane Shevchenko, & Albert Wiweko. (2023). Penyebab Menurunnya Kinerja Mesin Pendingin di MV. Vancouver. *Mutiara : Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 1(2), 89–100. <https://doi.org/10.61404/jimi.v1i2.13>
- Sudiby, R. riastuti. (2019). *Peristiwa korosi di sekitar kita*.
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif (ketiga)*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (kedua)*. Alfabeta.

Sumardjo, D. (2019). *Pengantar Kimia*. Penerbit Buku Kedokteran.

Wang, Y. (Ed.). (2020). *Terrestrial ecosystems and biodiversity* (Second edition). CRC Press, Taylor & Francis Group, CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an informa business.

Waruwu, M. (2023). *Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi*. 7.

Winterbone, D. E., & Turan, A. (2021). *Advanced Thermodynamics for Engineers*. Butterworths.



## LAMPIRAN 1

## Ship Particulars MT.Coral Alicia

SHIP'S PARTICULARS			
Name	Coral Alicia	IMO No.	9601754
Call Sign	PCPA	MMSI No.	246249000
Port of registry	Rotterdam	GSM tel.	+31 630733654
Nationality	Dutch	Sat tel.	+44 20 305 686 28
Delivery date	01-Feb-2013	Fleet tel.	+870773150415
Shipyard	AVIC Dingheng Shipbuilding Co., Ltd.	E-Mail	<a href="mailto:call-capt@anthonyveder.com">call-capt@anthonyveder.com</a>
Yard No.	DH0008	Fax	
Type of vessel	Liquefied Gas Carrier Type 2G	Telex 1	Sat C - 424624910.sat@globeemail.com
		Telex 2	Sat C - 424624911.sat@globeemail.com
Class	Bureau Veritas I *HULL*MACH*AUT-UMS*AUT-UMS Liquefied gas carrier type 2G. Unrestricted navigation,Ice Class IC,MON-SHAFT,CleanShip2 *AVM-APS; Inwatersurvey,Greenpassport,CPS (WBT) LPG/Ethylene carrier S.P.6.5bar/F.R. -104°C 2G	Owner	Coral Alicia Shipping B.V.
CSO	Arthur van der Kaay	Address	Parklaan 2 3016 BB Rotterdam The Netherlands
Tel	+31 104004756	Operator	Anthony Veder Rederijzaken B.V.
Mobile	+31 623881952	Address	Parklaan 2 3016 BB Rotterdam The Netherlands
<b>Principle dimensions</b>			
L.O.A.	115.00 mtr	Mean draft ballast	5.35 mtr
L.P.P.	108.00 mtr	Mean draft LEG	7.53 mtr
Breadth	16.80 mtr	Mean draft VCM	7.80 mtr
Depth	9.80 mtr	Mean draft summer	7.53 mtr
Height (incl. Antenna)	35.52 mtr	Service speed (loaded)	15.8 kn
Airdraught (ballast)	30.00 mtr	Service speed (ballast)	16.0 kn
Distance Bridge - Bow	89.24 mtr	Steaming range	10000 M
GRT.	6288	HFO capacity	587 cbm
NRT.	1886	MDO capacity	167 cbm
Deadweight (LEG draft)	6246 t at even keel 7.527mtr	Freshwater capacity	100 cbm
Deadweight (summer draft)	6685 t	Waterballast capacity	1952 cbm
Main engine	MAK 6M43C	Fuel Consumption	
Max.cont.power	6000 kW at 500 rpm	ME (85% pitch)	19.5 t/day
Cruise power	5100 kW at 500 rpm	AE at sea (press. maintaining)	4.3 t/day
Grade of fuel	HFO max 380 cSt	AE in port	6.0 t/day
Propulsion	Berg, CPP	AE at sea (cooling down)	4.3 t/day
Bowthruster	Verhaar Omega OFP1250 550 kW		
Rudder	Flap Rudder		
Shaftgenerator	1100 kW at 1800 rpm		
Aux engines	Caterpillar, C32 Ascort Ditta (3x)		
Power	994 kW at 1800 rpm		
<b>Gasplant</b>	TGE Marine Gas Engineering		
<b>Cargotank</b>		<b>Inertgasplant</b>	<b>Pressure Swing Absorption System</b>
	100% vol.	Capacity I.G.	N2 content Dewpoint m3/hr
	98% vol.		98.0% -50°C 730
Tank 1	2158.08 m <sup>3</sup>		99.5% -50°C 600
Tank 2p	2194.91 m <sup>3</sup>		99.9% -50°C 380
Tank 2s	2196.34 m <sup>3</sup>		
Total	6549.33 m <sup>3</sup>		
		N2 supply pressure	6 bar
<b>Decktank</b>	71.32 m <sup>3</sup>	Fresh air supply	1800 m3/hr dewpoint -20 dc
	69.90 m <sup>3</sup>	max. loading rate	810 m3/hr 120 mlc
Relieve valve setting	3.7 bar g (U.S.C.G.)	max. discharge rate	810 m3/hr 120 mlc
	5.0 bar g (IMO High density)	Max. permissible sp. Gravity	0.972 t/cbm
	6.5 bar g (IMO Low density)		

## LAMPIRAN 2

## Crew List MT. Coral Alicia

## IMO CREWLIST

1.1 Name of ship		1.2 IMO Number					
Coral Alicia		9601754					
1.3 Call Sign		1.4 Voyage number					
PCPA		2320					
2. Port of Departure		3. Date of					
Chiba		25 June 2023					
4. Flag state of ship		5. Last port of call					
The Netherlands		Jinshan					
6. No.	7. Family name, given names	8. Rank or rating	M/F	9. Nationality	10 date and place of birth	Passport Expiry date	Seaman book Expiry date
1	SHVETS VOLODYMYR	Master	M	UKRAINE	UKR 20 Sep 1970	FE076100 16 Jan 2026	AB660888 05 Mar 2025
2	GAIS AGUS WALUYO	Ch.Off.	M	INDONESIAN	TALAGA 07 Aug 1988	C9880223 20 Jul 2027	1 001682 03 Dec 2025
3	ESPINA JOVEN MALAGA	2nd Off.	M	PHILIPINO	GUIMBAL ILOILO 20 May 1981	P9054915B 23 Feb 2032	C1569800 07 Jan 2030
4	HENDRA SETIAWAN	3rd Off	M	INDONESIAN	BANGKALAN 10 Jan 1992	C6479657 16 Jan 2025	H 072116 17 Oct 2025
5	NIKOLAEV NIKOLAY	Ch.Eng.	M	RUSSIAN FEDERATION	USSR 06 Oct 1967	73 2598360 09 Apr 2024	MK 0159711 Not Limited
6	NURETDINOV SERGEI	2nd.Eng.	M	RUSSIAN FEDERATION	USSR 24 Jun 1979	762264621 15 Jan 2030	MK 0108565 07 Mar 2099
7	MUHAMMAD IKHWAN NUGROHO	3rd Eng.	M	INDONESIAN	BLORA 30 Apr 1993	C8306934 24 Mar 2027	F 293411 31 Dec 2024
8	MATSKO VLADYSLAV	Electrician	M	UKRAINE	UKR 12 Jan 1975	FM020616 28 Feb 2028	AB633872 23 Jan 2024
9	VIKTOR ANTON MASULI	Fitter	M	INDONESIAN	LEBANG 27 Jul 1985	C1974361 14 Nov 2023	F291788 09 Oct 2024
10	SEPTONI BALOBAHANI	Bosun	M	INDONESIAN	MANADO 23 Sep 1962	C7899572 23 Jun 2026	F108642 09 Feb 2025
11	ABDURROHMAN	Cook	M	INDONESIAN	BANGKALAN 22 May 1982	X770437 09 May 2024	H094321 26 Jan 2026
12	WARKHANUDIN	AB	M	INDONESIAN	CILACAP 30 May 1981	E0792278 08 Dec 2032	I001424 09 Dec 2025
13	BOSTON SIRAIT	AB	M	INDONESIAN	JAKARTA 11 Feb 1981	C7940771 17 Nov 2026	G015752 24 Jul 2025
14	YUDISTIRA HERIANSYAH	OS	M	INDONESIAN	TULANG BAWANG 03 Jan 1995	C7932182 17 May 2026	E118105 04 Oct 2023
15	NURUDIN	Wiper	M	INDONESIAN	JAKARTA 23 Oct 1977	E1523157 22 Nov 2032	F140098 14 May 2025
16	TEZAR ROMADIYANTO	Messman	M	INDONESIAN	TEGAL 23 Mar 1992	C6939881 28 May 2026	G076261 10 May 2024
17	ARIEL MOAS CHRISTOPER MANURUNG	Cadet	M	INDONESIAN	BEKASI 14 May 2002	C7884056 21 Feb 2027	H065542 15 Aug 2025
18	ICHINO RENTO ALDI PERDANA	Cadet	M	INDONESIAN	KARANGANYAR 17 Nov 2001	C8541948 20 Apr 2027	H020419 01 Apr 2025
19	FATHUR RAHMAN MIRSAD	Painter	M	INDONESIAN	UJUNG PANDANG 29 Apr 1998	C9535021 20 Jul 2027	F065007 06 Dec 2024

12. Date and signature by master, authorized agent or officer

SHVETS VOLODYMYR

MT. CORAL ALICIA  
 IMO : 9601754  
 GT : 6288  
 KW : 6000  
 CALL SIGN : PCPA

### LAMPIRAN 3

#### Hasil Kegiatan Wawancara

Wawancara dilaksanakan pada saat peneliti melaksanakan praktik laut dengan Kepala Kamar Mesin

**Cadet :** Selamat siang, Chief. Terima kasih sudah meluangkan waktu untuk wawancara ini. Saya ingin membahas tentang kegagalan pengoperasian air dryer yang kita alami baru-baru ini. Bisa Anda jelaskan apa yang terjadi?

**KKM :** Selamat siang. Tentu, kita memang mengalami beberapa masalah dengan air dryer. Berdasarkan analisis awal, kegagalan ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan.

**Cadet :** Faktor lingkungan apa saja yang berpotensi menyebabkan kegagalan ini, Chief?

**KKM:** Ada beberapa faktor utama yang bisa mempengaruhi kinerja *air dryer*, di antaranya adalah suhu sekitar yang terlalu tinggi, kelembaban yang berlebihan, dan kualitas udara yang buruk di sekitar tempat pemasangan.

**Cadet:** Bisa Anda jelaskan lebih lanjut mengenai dampak suhu tinggi terhadap *air dryer*?

**KKM:** Tentu. *Air dryer* didesain untuk beroperasi dalam rentang suhu tertentu. Jika suhu di sekitar unit terlalu tinggi, maka kemampuan pendinginan dari *dryer* akan berkurang. Ini menyebabkan *dryer* bekerja lebih keras untuk mencapai suhu yang diinginkan, yang pada



akhirnya dapat menyebabkan overheating dan kegagalan komponen internal.

**Cadet:** Bagaimana dengan kelembaban? Bagaimana itu mempengaruhi *air dryer*?

**KKM:** Kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan kondensasi berlebihan dalam sistem. Air dryer kita bekerja dengan cara menghilangkan uap air dari udara yang dikompres. Jika kelembaban lingkungan sangat tinggi, maka beban kerja dryer meningkat drastis. Selain itu, kelembaban tinggi juga bisa menyebabkan korosi pada komponen internal jika ada kelemahan dalam sistem penyaringan atau pemeliharaan.

**Cadet:** Saya mengerti. Lalu, bagaimana kualitas udara mempengaruhi operasi *air dryer*?

**KKM:** Kualitas udara yang buruk, misalnya banyaknya debu atau partikel lain, dapat menyumbat komponen dalam *air dryer*. Jika kotor, aliran udara terhambat dan sistem harus bekerja lebih keras untuk menjaga aliran udara yang diperlukan. Ini bisa menyebabkan penurunan efisiensi dan potensi kerusakan pada kompresor dan komponen lain.

**Cadet:** Apa yang bisa kita lakukan untuk mencegah masalah ini di masa depan, *Chief*?

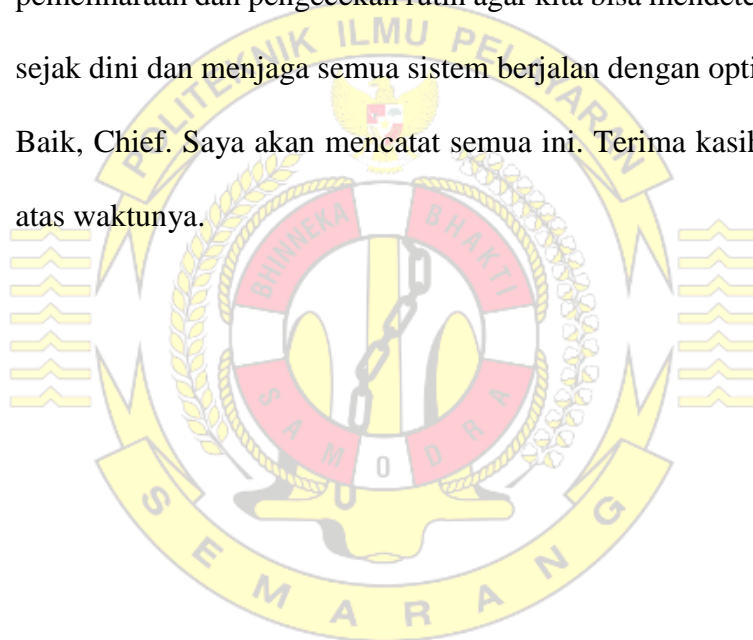
**KKM:** Ada beberapa langkah pencegahan yang bisa kita ambil. Pertama, pastikan lokasi pemasangan *air dryer* memiliki ventilasi yang baik dan jauh dari sumber panas. Kedua, rutin memeriksa dan membersihkan

filter serta komponen lain untuk menghindari penyumbatan. Ketiga, kita juga bisa memasang dehumidifier di area yang sangat lembab untuk membantu mengurangi beban kerja *air dryer*.

**Cadet:** Terima kasih banyak atas penjelasannya, Chief. Ini sangat membantu dalam memahami masalah dan langkah-langkah pencegahan yang bisa kita lakukan.

**KKM:** Sama-sama. Pastikan juga untuk selalu mengikuti jadwal pemeliharaan dan pengecekan rutin agar kita bisa mendeteksi masalah sejak dini dan menjaga semua sistem berjalan dengan optimal.

**Cadet:** Baik, Chief. Saya akan mencatat semua ini. Terima kasih sekali lagi atas waktunya.



## LAMPIRAN 4

### Daftar Riwayat Hidup



1. Nama : Ichino Rento Aldi Perdana Kusuma
2. NIT : 572011227675 T
3. Tempat/Tanggal lahir : Karanganyar, 17 November 2001
4. Jenis kelamin : Laki-laki
5. Agama : Islam
6. Alamat : Beluk kidul RT 05 / RW 08, Sroyo, Jaten,  
Karanganyar, Jawa Tengah 57731
7. Nama Orang Tua
  - a. Ayah : Sarwanto
  - b. Ibu : Endang Setyorini
8. Riwayat pendidikan
  - a. SD N Cemara Dua : 2008 -2014
  - b. SMP N 01 Kebakkramat : 2014 - 2017
  - c. SMA Batik 1 Surakarta : 2017 - 2020
  - d. PIP Semarang : 2020 – sekarang
9. Pengalaman Prala
  - a. Perusahaan : PT. Anthony Veder
  - b. Nama Kapal : MT.Coral Alicia
  - c. Jenis Kapal : LPG

