



**ANALISIS RUSAKNYA SUDU JALAN PADA TURBIN UAP
CARGO OIL PUMP TURBINE DI MT. SC CHALLENGER**

SKRIPSI

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

Oleh

MUH. NUR REZA ARIESWARA
NIT 561911227296 T

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

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS RUSAKNYA SUDU JALAN PADA TURBIN UAP CARGO OIL
PUMP TURBINE DI MT. SC CHALLENGER**

Disusun Oleh:

MUH. NUR REZA ARIESWARA
NIT 561911227296 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, 17, JULI, 2024

Dosen Pembimbing I
Materi



Dr. DWI PRASETYO., M.M., M.Mar.E
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19741209 199808 1 001

Dosen Pembimbing II
Metodologi dan Penulisan



AWEL SURYADI, S.Si.T., M.Si.
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 197705252 00502 1 001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknika



Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T., M.Mar.E
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 197303312006041001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Analisis Rusaknya Sudu Jalan Pada Turbin Uap *Cargo*

Oil Pump Turbine Di MT. Sc Challenger” karya:

Nama : Muh. Nur Reza Arieswara

NIT : 561911227296 T

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Program Studi Teknika,

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari ~~Paku~~ tanggal 11. Des. 2024

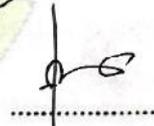
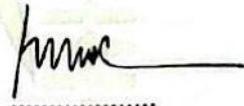
Semarang, 11. Desember.....2024

PENGUJI

Penguji I : H. MUSTHOLIQ, M.M., M.Mar.E
Pembina Tk.1 (IV/b)
NIP. 19650320 199303 1 001

Penguji II : Dr. DWI PRASETYO., M.M., M.Mar.E
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19741209 199808 1 001

Penguji III : IRMA SHINTA DEWL, M.Pd
Penata Tk. 1 (III/d)
NIP. 19730713 199803 2 001



Mengetahui,
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Capt. SUKIRNO, M.M.Tr., M.Mar.
Pembina Tk. I(IV/b)
NIP. 19671210 199903 1 001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang Bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muh. Nur Reza Arieswara

NIT : 561911227296 T

Program Studi : Teknika

Skripsi dengan judul “Analisis Rusaknya Sudu Jalan Pada Turbin Uap *Cargo Oil Pump Turbine* Di MT. Sc Challenger”

Dengan ini saya sebagai peneliti menyatakan bahwa yang tertulis didalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penulisan dan penelitian) sendiri, bukan karya tulis milik orang lain ataupun mengutip dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Pendapat maupun temuan dari ahli atau orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasar pada 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,....17....**Juli**....2024
Yang Menyatakan Pernyataan,



MUH. NUR REZA ARIESWARA
NIT. 561911227296 T

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

"Untuk mencapai hal-hal besar kita tidak hanya harus bertindak, tetapi juga bermimpi, tidak hanya rencana tapi juga percaya."

(Anatole Prancis)

"Jika seseorang maju dengan percaya diri ke arah impiannya dan berusaha untuk menjalani kehidupan yang dibayangkannya, dia akan bertemu dengan kesuksesan yang tidak terduga pada jam-jam biasa."

(Henry David Thoreau)

PERSEMBAHAN :

1. Ayah dan Ibu tercinta serta adik saya atas segala supportnya, cinta dan kasih sayangnya.
2. Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan ilmu serta pengetahuan yang tiada batas.
3. Perusahaan PT. Soechi Lines yang telah memberikan peneliti kesempatan untuk belajar secara langsung diatas kapal.

PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat Allah Subhanahuwa Ta'ala atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Rusaknya Sudu Jalan Pada Turbin Uap *Cargo Oil Pump Turbine* Di MT. Sc Challenger”. Adapun maksud dari penulisan ini ialah untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S. Tr. Pel) dalam bidang studi Teknik program D.IV serta Sertifikat Kopetensi Ahli Teknik Tingkat III (ATT-III) di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Yth. Bapak Capt. Sukirno, M.M.Tr., M.Mar., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Yth. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar.E., selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Yth. Bapak Dr. Dwi Prasetyo., M.M., M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi.
4. Yth. Bapak Awel Suryadi, S.Si.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan.
5. Semua Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Perusahaan PT. Soechi Lines yang telah memberikan kesempatan pada peneliti untuk melaksanakan praktik laut serta penelitian.
7. Seluruh *crew* kapal MT. Sc Challenger yang telah memberikan motivasi,

mendidik, dan membimbing saya selama praktik berlayar. Serta dukungan untuk saya dalam melakukan praktik dan penelitian dengan baik.

8. Ayah dan Ibu tercinta serta adik saya yang telah memberikan dukungan moril maupun spiritual kepada peneliti selama penulisan skripsi ini.
9. Seluruh teman-teman dan sahabat yang mendukung, memberi semangat, memberi masukan berupa pikiran dan tenaganya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan segala kerendahan hati, dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu sangat diharapkan saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini dimasa mendatang. Semoga apa yang ada pada skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi para pembaca.

Semarang, 17, JULI, 2024
Yang Menyatakan Pernyataan,



MUH. NUR REZA ARIESWARA
NIT. 561911227296 T

ABSTRAKSI

Muh. Nur Reza Arieswaara, 2024, 561911227296.T, “*Analisis Rusaknya Sudu Jalan Pada Turbin Uap Cargo Oil Pump Turbin*”, Skripsi Program Studi Teknik, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I : Dr. Dwi Prasetyo.,M.M., M.Mar.E dan Pembimbing II : Awel Suryadi, S. Si. T., M.Pd.

Penelitian ini mengkaji faktor yang menyebabkan rusaknya sudu jalan pada *cargo oil pump turbine*. Tujuan utama dari ini adalah untuk menganalisis faktor penyebab rusaknya sudu jalan turbin uap *Cargo Oil Pump Turbine*, untuk menganalisis dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab rusaknya sudu jalan turbin uap *cargo oil pump turbine*, dan upaya mencegah rusaknya sudu jalan turbin uap *cargo oil pump turbine*.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif. Sumber data penelitian diperoleh dari data primer dan data sekunder. Adapun Teknik pengumpulan data yang digunakan pada skripsi ini adalah observasi, dokumentasi, wawancara, dan studi pustaka. Teknik uji keabsahan data dilakukan dengan teknik triangulasi. Teknik analisis data yang digunakan pada dalam penelitian ini adalah diagram fishbone analysis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan rusaknya sudu jalan pada *cargo oil pump turbine fishbone* ialah pelaksanaan pengoperasian *cargo oil pump* tidak sesuai pada prosedur, *cargo oil pump* yang sudah berusia 27 tahun, perawatan pada kapal hanya dilakukan pada saat kapal melakukan *docking*, keterbatasan *sparepart* yang ada dikapal, pengukuran *clearence* yang dilakukan pada saat proses *dry dock*. Akibat dari rusaknya sudu jalan pada *cargo oil pump turbine* memiliki dampak yang signifikan terhadap operasional kapal yang akhirnya membuat kinerja komponen kapal mengalami kerusakan dan penurunan serta akan menghambat proses pekerjaan yang seharusnya dilakukan pada kapal. Dampak lain yang akan terjadi ialah terdapat vibrasi pada turbin ketika turbin sedang beroperasi dan adanya penurunan pada RPM. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah rusaknya sudu jalan pada *cargo oil pump turbine* ialah melakukan *blowdown water drum boiler*, *set point water level boiler* pada posisi normal, melakukan cerat uap, penggantian pada *tube condenser*, melakukan *boiler water analysis* secara rutin dan penggunaan *chemical* pada *air boiler*, melakukan pembersihan *filter sea chest*, mengganti sudu-sudu turbin, melakukan perawatan sesuai *planned maintenance system*(PMS), menambal *steam drum* serta pipa-pipa yang bocor dengan di las, perbaikan dan penggantian *sparepart*.

Kata Kunci : *Cargo Oil Pump Turbine*, Sudu Jalan, Turbin Uap

ABSTRACT

Muh. Nur Reza Arieswaara, 2024, 561911227296.T, "Analysis of Damage to the Road Blade on the Cargo Oil Pump Steam Turbine", Thesis of Technics Study Program, Diploma IV Program, Polytechnic of Shipping Science Semarang, Supervisor I : Dr. Dwi Prasetyo, M.M., M.Mar.E and Supervisor II: Awel Suryadi, S. Si. T., M.Pd.

This research examines the factors that cause damage to the road blade of the cargo oil pump turbine. The main objective of this is to analyze the factors causing damage to the Cargo Oil Pump Turbine road blade, to analyze the impact caused by the factors causing damage to the cargo oil pump turbine road blade, and efforts to prevent damage to the cargo oil pump turbine road blade.

This research uses a qualitative descriptive method. The research data sources were obtained from primary data and secondary data. The data collection techniques used in this thesis are observation, documentation, interviews, and literature study. The data validity test technique was carried out using triangulation techniques. The data analysis technique used in this research is the fishbone analysis diagram.

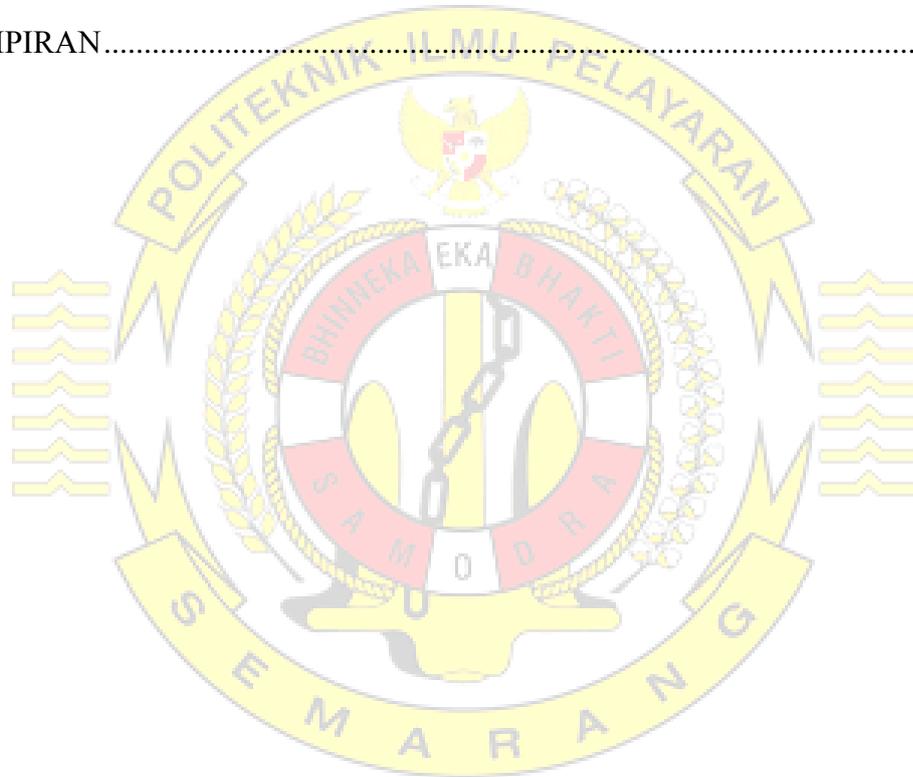
The results showed that the factors that cause damage to the road blades on the cargo oil pump turbine fishbone are the implementation of the operation of the cargo oil pump not in accordance with the procedure, the cargo oil pump which is 27 years old, maintenance on the ship is only carried out when the ship is docking, limited spare parts on board, measurement of clearance carried out during the dry dock process. As a result of the damage to the road blade on the cargo oil pump turbine has a significant impact on ship operations which ultimately makes the performance of ship components damaged and decreased and will hamper the work process that should be done on the ship. Another impact that will occur is that there is vibration in the turbine when the turbine is operating and a decrease in RPM. Efforts that can be made to prevent damage to the road blades on the cargo oil pump turbine are to blowdown the boiler water drum, set the boiler water level point in the normal position, perform a steam spout, replace the condenser tube, perform routine boiler water analysis and use chemicals in boiler water, clean the sea chest filter, replace the turbine blades, perform maintenance according to the planned maintenance system (PMS), patch the steam drum and leaky pipes with welding, repair and replace spare parts.

Keywords: Cargo Oil Pump Turbine, Road Blade, Steam Turbine

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAKSI	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN TEORI.....	5
A. Deskripsi Teori	5
B. Kerangka Pikir Penelitian.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. Metode Penelitian.....	24
B. Tempat Penelitian.....	25
C. Sampel Sumber Data Penelitian/ Informan	25
D. Teknik Pengumpulan Data	27
E. Instrumen Penelitian.....	29
F. Teknik Analisis Data Kualitatif.....	31
G. Teknik Keabsahan Data	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36

A. Gambaran Konteks Penelitian	36
B. Deskripsi Data	39
C. Temuan	41
D. Pembahasan Hasil Penelitian	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
A. Simpulan	65
B. Keterbatasan Penelitian	66
C. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	70



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 2 Faktor penyebab kerusakan.....	51
---	----

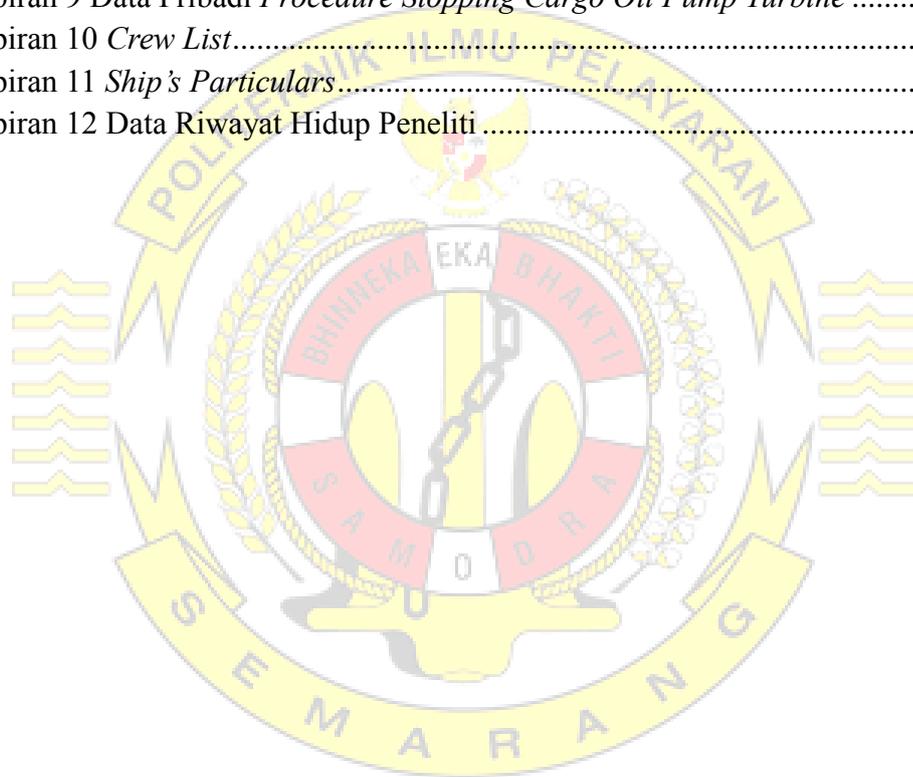


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema <i>Cargo Pumping System</i>	6
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Turbin Uap Pada Kapal	9
Gambar 2. 3 Boiler	13
Gambar 2. 4 <i>Steam Drum</i>	15
Gambar 2. 5 Susunan Berbagai Unit <i>Superheater</i>	16
Gambar 2. 6 <i>Safety Valve</i>	18
Gambar 2. 7 Prinsip Kerja <i>Condenser</i>	20
Gambar 2. 8 Kerangka Pikir	23
Gambar 3. 1 <i>Diagram Fishbone</i>	34
Gambar 4. 1 Kapal MT. Sc Challenger.....	37
Gambar 4. 2 <i>Cargo Oil Pump Turbine</i> MT. Sc Challenger	38
Gambar 4. 3 <i>Blowdown water drum</i> pada boiler.....	43
Gambar 4. 4 Mengatur <i>set point water level</i>	44
Gambar 4. 5 Proses penggantian <i>tube condenser</i>	45
Gambar 4. 6 Proses penggantian <i>tube boiler</i> pada saat kapal	46
Gambar 4. 7 <i>Filter Sea Chest</i> yang telah dibersihkan.....	48
Gambar 4. 8 Rotor dan sudu-sudu yang akan diperbaiki	48
Gambar 4. 9 Penambalan <i>steam drum</i> dari sisi dalam	49
Gambar 4. 10 <i>Engineer</i> melakukan perbaikan pada <i>cargo oil pump</i>	50
Gambar 4. 11 <i>Diagram Fishbone</i>	52
Gambar 4. 12 Penurunan RPM Turbin.....	57
Gambar 4. 13 Kerusakan sudu jalan akibat erosi uap basah.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Teks Wawancara	70
Lampiran 2 Data Pribadi Foto <i>Cargo Oil Pump Turbine</i>	73
Lampiran 3 Data Pribadi Foto Sudu Jalan <i>Turbine</i>	74
Lampiran 4 Data Pribadi Foto Proses Perbaikan Sudu Jalan Pada <i>Cargo Oil Pump Turbine</i>	75
Lampiran 5 Data Pribadi foto <i>Assembly of Cargo Oil Pump Turbine</i>	76
Lampiran 6 Data Pribadi <i>Piping Diagram System Cargo Oil Pump Turbine</i>	77
Lampiran 7 Data Pribadi <i>Piping Diagram Cargo Oil Pump</i>	78
Lampiran 8 Data Pribadi <i>Procedure Starting Cargo Oil Pump Turbine</i>	79
Lampiran 9 Data Pribadi <i>Procedure Stopping Cargo Oil Pump Turbine</i>	80
Lampiran 10 <i>Crew List</i>	81
Lampiran 11 <i>Ship's Particulars</i>	82
Lampiran 12 Data Riwayat Hidup Peneliti	83



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Transportasi atau pengangkutan ialah pertukaran insan maupun sejenis barang dari satu tempat ke tempat yang lainnya dengan mengandalkan transportasi yang digerakkan oleh manusia maupun sebuah mesin. Transportasi terbagi menjadi 3 bagian yang diantaranya ialah transportasi darat, laut, dan udara. Dipembahasan ini kita lebih cenderung berfokus pada transportasi laut. Transportasi laut merupakan sebuah kendaraan yang memiliki fungsi untuk mengalihkan sebuah barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan jalur laut.

Alat transportasi laut sangat penting untuk memajukan perekonomian. Transportasi laut menjadi opsi yang paling banyak diminati dalam proses pengantaran muatan baik antar pulau, antar negara, maupun antar benua. Ada banyak sekali berbagai ragam kapal yang dioperasikan saat ini, namun ada sebuah kapal yang cenderung berperan penting untuk memenuhi persediaan bahan bakar minyak atau energi yaitu kapal *tanker*. Kapal *tanker* memiliki desain yang sangat *safety* dibandingkan kapal pengangkut lainnya, kapal *tanker* mampu menyimpan bawaan dengan kapasitas yang besar.

Pada dasarnya kapal *tanker* memiliki fungsi yaitu untuk memuat minyak dan semua bahan turunan minyak maupun bahan kimianya. Maka dari itu, perusahaan yang menyediakan jasa *carter* transportasi laut utamanya kapal *tanker* berupaya mempersembahkan sebuah servis yang baik kepada *percarter* baik dari segi keamanan, fungsional, dan kelajuan operasional kapal.

PT. Soechi Lines adalah perusahaan dibidang transportasi laut. PT. Soechi Lines mengoperasikan berbagai jenis kapal yang diantaranya kapal *tanker* minyak, minyak kimia, kapal pengangkut gas serta kapal FSO (*floating, storage, dan offloading*). Adapun armada yang dipunyai PT. Soechi Lines ialah kapal MT. Sc Challenger dimana kapal itulah yang menjadi tempat bagi peneliti melaksanakan praktik laut dan penelitian.

Demi menunjang kelancaran operasional kapal seperti proses bongkar muat serta menyingkirkan *overcost* dalam prosesnya, kapal dituntut memiliki performa yang baik. *Cargo oil pump turbine* ialah bagian dari mesin bantu yang berfungsi untuk menunjang proses bongkar muat. *Cargo oil pump turbine* ialah pesawat bantu pompa yang berfungsi untuk mengalihkan sebuah muatan yang berasal dari tangki kapal ke tangki lain. Pada kapal MT. Sc Challenger *cargo oil pump turbine* terbagi 2 bagian, yang diantaranya bagian turbin dan sisi bagian pompa. Kedua bagian pompa tersebut dihubungkan dengan poros panjang. Penggerak turbin uap terletak pada kamar mesin sedangkan *cargo pump* terletak di *pump room*. Pada kapal MT. Sc Challenger ada 3 *cargo oil pump* dan 2 *ballast pump*, jenis dari *cargo oil pump* tersebut ialah *sentrifugal*.

Dikapal MT. Sc Challenger saat peneliti melaksanakan praktik laut, Terjadi kerusakan pada bagian *cargo oil pump turbine* yang membuat kinerja *discharge* menjadi lebih lama dari biasanya. Dari kejadian itu masinis jaga dengan cepat dan sigap segera melakukan pemeriksaan pada sistem penunjang pada turbin, namun setelah dilakukan pengecekan masinis tidak menemukan analisa yang tepat. Selanjutnya *chief engineer* memberikan instruksi pada masinis agar melaksanakan *inspeksi* sudu-sudu pada *cargo oil pump turbine*

nomor 2. Pada proses *inspeksi* sudu-sudu, sisi bagian turbin dibuka ternyata ada sebagian sudu jalan yang patah.

Dengan berlandaskan pengalaman tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang cenderung fokus pada rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump turbine*. Sehingga peneliti mengambil penelitian (skripsi) yang berjudul “Analisis Rusaknya Sudu Jalan Pada Turbin Uap *cargo oil pump turbine* di MT. Sc Challenger”.

B. Fokus Penelitian

Mengingat bahwa luasnya cakupan pembahasan pada skripsi ini, peneliti sadar bahwa ada sebuah keterbatasan pengetahuan serta keterbatasan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini. Maka dari itu, peneliti menentukan untuk membatasi permasalahan yang ada untuk mengacu pada data yang relevan dan tidak relevan pada permasalahan “Analisis Rusaknya Sudu Jalan Pada Turbin Uap *Cargo Oil Pump Turbine* di MT. Sc Challenger”.

C. Rumusan Masalah

Diperlukan rumusan masalah agar lebih mempermudah peneliti dalam pembuatan Skripsi ini, sehingga peneliti telah menentukan rumusan masalah yang terlampir sebagai berikut :

1. Faktor apa yang penyebab rusaknya sudu jalan turbin uap *cargo oil pump turbine*?
2. Apa saja dampak yang muncul dari faktor penyebab kerusakan pada sudu jalan turbin uap *cargo oil pump turbine*?
3. Bagaimana upaya untuk mencegah rusaknya sudu jalan turbin uap *cargo oil pump turbine*?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah peneliti uraikan adapun tujuan penelitian dalam skripsi ini ialah :

1. Untuk menganalisis faktor yang menyebabkan rusaknya sudu jalan turbin uap *cargo oil pump turbine*.
2. Untuk menganalisis dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab rusaknya sudu jalan turbin uap *cargo oil pump turbine*.
3. Untuk menganalisis upaya mencegah rusaknya sudu jalan turbin uap *cargo oil pump turbine*.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Secara Teoritis
 - a. Memperkenalkan sebuah mesin penggerak turbin uap pada kapal tanker dengan menerapkan aturan maupun teori yang sudah didapat, kepada Taruna dan Taruni Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang atau Sekolah Pelayaran lainnya.
 - b. Menjadikan sebuah sumber acuan pada industri pelayaran maupun industri-industri lain yang menggunakan turbin uap sebagai mesin penggerak pada sistem untuk meningkatkan pengetahuan.
2. Manfaat Praktis
 - a. Meningkatkan pengetahuan serta memberikan penilaian mengenai perawatan serta pengoperasian pada *cargo oil pump* bagi *crew* kapal untuk mencegah rusaknya sudu jalan.
 - b. Meningkatkan pengetahuan dan wawasan bagi *crew* dalam mengatasi rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump turbine*.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Landasan teori merupakan komponen dari sebuah penelitian yang memuat teori yang berkaitan pada penelitian. Landasan teori berfungsi sebagai sumber fondasi dari penelitian. Hal ini bertujuan agar mempermudah penulisan skripsi dan penguraian masalah yang akan dibahas. Landasan teori sangat fundamental untuk mempelajari penelitian yang telah tersedia mengenai penyebab rusaknya sudu jalan turbin uap *cargo oil pump turbine*. Didalam *cargo oil pump turbine* ada banyak perlengkapan penting dan sangat kompleks. Maka dari itu agar mempermudah penelitian perlu adanya pengertian dan penjelasan yang kompleks tentang bagian-bagian dari *cargo oil pump turbine*.

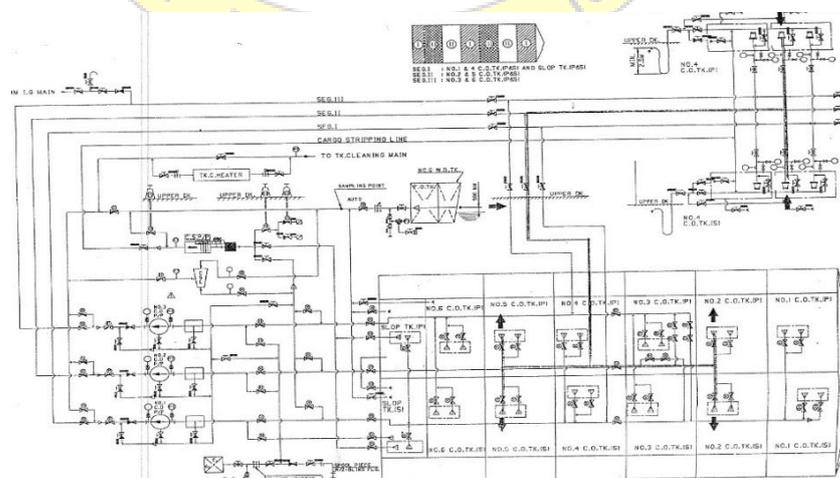
1. *Cargo Oil Pump Turbine*

Tyler G. Hicks (2001) mendefinisikan bahwa pompa ialah sebuah mesin. Pompa sering digunakan untuk memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lain. Pada dasarnya pompa sering melakukan tugas menaikkan cairan pada satu tempat yang rendah ke tempat tinggi atau sebaliknya, pompa memberikan sebuah energi pada cairan yang dialihkan dan berjalan secara terus menerus melintasi media pipa atau saluran.

Cargo oil pump turbine merupakan bagian terpenting pada kapal. *Cargo oil pump turbine* berperan penting pada tahap bongkar muat kapal dengan terminal di darat maupun antar kapal. *Cargo oil pump turbine* adalah suatu jenis pompa yang secara prinsip digunakan untuk mentransfer muatan cair (*oil and chemical product*) dari tangki di kapal satu ke kapal

lainnya atau tangki di darat dengan menggunakan tenaga penggerak *steam* bertekanan. Secara umum *cargo oil pump turbine* terletak diruang pompa, sistem ini terdiri atas *centrifugal pump* dan *eductor pump*. *Cargo oil pump turbine* bergerak dengan menggunakan bantuan dari turbin uap yang ada dikapal berukuran besar serta motor *electric* pada kapal yang memiliki ukuran kecil.

Cargo oil pump yang pergerakannya dibantu oleh turbin uap memiliki sebutan *cargo oil pump turbine*. *Cargo oil pump turbine* memiliki part penting yang diantaranya ialah *shaft*, *impeller*, *casing*, *bearing* dan *sealing*. Bagian utama dari *cargo oil pump turbine* adalah turbin uap dan pompa. Turbin uap juga memiliki part yaitu boiler dan *condenser*. Pada kapal MT. Sc Challenger jenis pompa yang digunakan adalah jenis *non positive displacement pump* yaitu pompa *sentrifugal*. Pompa *sentrifugal* adalah alat yang berfungsi untuk mengalihkan *fluida* atau cairan dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam industri perkapalan pompa *sentrifugal* memiliki fungsi untuk mempercepat langkah kerja diatas kapal.



Gambar 2. 1 Skema *Cargo Pumping System*

Sumber: Data Pribadi (2023)

2. Sudu Jalan Turbin

Sudu jalan turbin merupakan sebuah bagian utama turbin yang berputar untuk mengambil energi dari aliran fluida. Bagian turbin yang berputar disebut dengan sudu turbin. Sudu memiliki fungsi untuk menghasilkan sebuah gaya angkat, menangkap aliran fluida, menciptakan sebuah energi untuk menggerakkan generator, dan menghasilkan energi untuk menggerakkan rotor. Sudu jalan pada turbin merupakan sebuah lempengan yang memiliki bentuk penampang tertentu sebagai tempat untuk menampung aliran fluida.

1) Sudu diam (*fixed blade*)

Sudu diam (*fixed blade*) merupakan bagian dari sudu turbin yang tidak bergerak. Bagian sudu ini sering disebut dengan stator atau rumah turbin.

2) Sudu gerak (*moving blade*)

Sudu gerak (*moving blade*) adalah sekumpulan sudu yang berfungsi untuk menerima dan mengubah energi uap menjadi energi kinetik yang akan memutar rotor. Bagian turbin yang berputar disebut rotor atau sudu turbin.

3. Turbin Uap

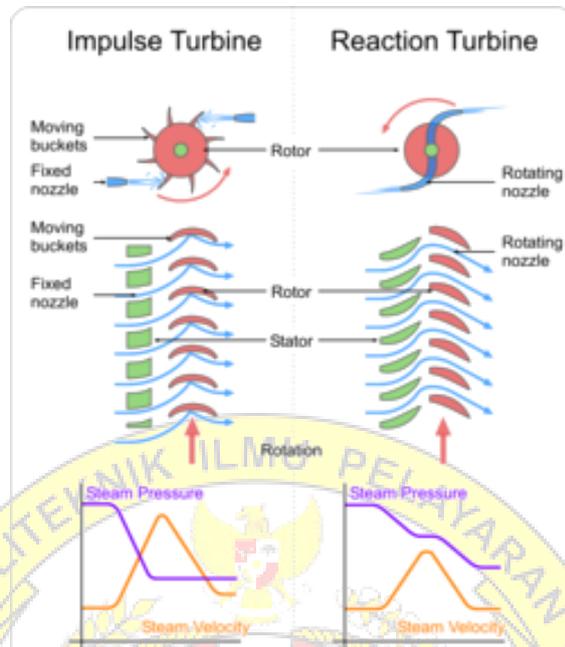
Turbin uap merupakan sebuah penggerak yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik didalam pipa pancar yang selanjutnya energi tersebut diubah menjadi energi mekanik yang dalam bentuk putaran poros turbin. Sedangkan mesin uap adalah mesin atau pesawat tenaga yang mengubah tenaga potensial yang berasal dari uap menjadi tenaga mekanik diporos engkol.

Turbin uap sendiri memiliki prinsip kerja yang terdiri dari sebuah cakram yang dikelilingi oleh *blade* atau yang sering disebut sudu-sudu. Sudu-sudu ini bisa bergerak akibat dari tiupan uap bertekanan yang berasal dari ketel uap yang telah dipanasi dengan bahan bakar berupa bahan bakar cair, bahan bakar padat, dan bahan bakar gas. Uap tersebut kemudian akan dibagi dengan *control valve* yang digunakan untuk memutar turbin yang dikopelkan secara langsung dengan pompa dan juga dikopelkan dengan *generator* sinkron agar dapat menghasilkan sebuah energi listrik. Setelah turbin uap terlewati, uap yang memiliki *temperature* tinggi akan muncul menjadi sebuah uap yang bertekanan rendah.

Panas yang telah diserap oleh *condenser* mengakibatkan uap berubah menjadi sebuah air yang kemudian dipompa menuju boiler. Sisa panas yang telah dibuang oleh *condenser*, akan mencapai setengah dari jumlah panas semula yang masuk. Hal ini mengakibatkan kapasitas *thermodinamika* pada sebuah turbin uap bernilai lebih kecil dari 50%. Pada turbin uap *modern*, turbin akan memiliki *temperature* boiler sekitar 5000C sampai 6000C dan *temperature* pada *condenser* sekitar 200C sampai 300C. Ada beberapa jenis serta fungsi dari turbin uap yang diantaranya :

- a. Turbin de Laval berfungsi untuk menjadi penggerak pesawat-pesawat bantu.
- b. Turbin Zoelly berfungsi untuk menjadi penggerak generator-generator listrik dan kapal pada unit-unit kecil.
- c. Turbin Curtis berfungsi untuk menjadi penggerak roda muka pada turbin gabungan atau sebagai turbin mundur.

- d. Turbin Parson berfungsi untuk menjadi penggerak baling-baling kapal.



Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Turbin Uap Pada Kapal
Sumber : inameq (2023)

Turbin uap memiliki bagian-bagian penting yang diantaranya ialah :

- a. *Shaft Seal*

Shaft seal atau yang sering disebut dengan *rotary seal* merupakan bagian dari turbin antara sebuah poros dengan *casing* yang memiliki fungsi sebagai pencegah agar uap air yang keluar dari dalam turbin dapat melewati sisi atau celah antara poros dengan *casing*, mencegah udara masuk kedalam turbin serta mencegah pelumas yang ada pada sistem agar tidak mengalami kebocoran.

- b. *Turbine Bearings*

Turbine bearings atau bantalan yang digunakan pada turbin uap umumnya berbantalan miring. Pada turbin uap *bearing* yang digunakan diantaranya *thrust bearing*, *journal bearing* dan gabungan dari

keduanya. *Bearing* pada turbin uap memiliki fungsi yang sangat penting yaitu :

- 1) Menahan diam sebuah komponen rotor.
- 2) Menahan berbagai situasi yang tidak stabil yang berasal dari uap air terhadap sudu turbin.
- 3) Menahan terjadinya gaya kinetik akibat dari ketidakseimbangannya kerusakan sudu.
- 4) Membatasi gerak tidak mutlak beberapa komponen mesin agar dapat bergerak sesuai dengan arah yang dihendaki.

c. *Balance Piston*

Balance piston biasanya digunakan dalam kompresor dinamis *multistage* (*sentrifugal* dan *aksial*) untuk mengurangi beban pada bantalan dorong. Saat gas melewati setiap tahap, tekanan *diferensial* dikembangkan akan membuat daya dorong bersih ke arah sisi hisap *impeler* atau baling-baling. *Balance piston* biasanya dipasang di ujung pelepasan rotor. Piston ini memiliki labirin jarak dekat di sekitar diameter luarnya dan ujung tempel dilepaskan kembali ke hisap kompresor. Permukaan *inboard balance piston* melihat tekanan yang sama dengan tahap terakhir kompresor dan dengan demikian mengurangi gaya aksial total pada bantalan dorong.

d. *Turbine Stop Valves*

Aliran uap utama yang masuk ke turbin dikontrol oleh empat *stop valves* dan empat *stop valves* pengatur. Setiap *stop valve* dikontrol oleh *aktuator elektro-hidraulik* sehingga katup terbuka penuh atau tertutup

penuh. Fungsi dari *turbine stop valves* adalah untuk mematikan aliran uap ke turbin ketika diperlukan. Aktuasi dari perangkat sistem perjalanan darurat menutup katup penghenti. *Turbine stop valves* diposisikan oleh *aktuator servo elektro-hidraulik* sebagai *respons* terhadap sinyal dari unit *control* aliran masing-masing. Unit *control* aliran sinyal memosisikan *control valves* untuk *control* kecepatan rentang lebar melalui rentang operasi turbin normal dan untuk *control* beban setelah unit disinkronkan.

Stop valves dan pencepat panas ulang yang terletak di jalur panas ulang di saluran masuk turbin *intermediate pressure*, mengontrol aliran uap ke turbin *intermediate pressure*. Selama operasi normal turbin *stop valves* dan pencepat panas ulang terbuka penuh. Unit *control* aliran katup intersep memosisikan katup selama penyalaan dan operasi normal dan menutup katup dengan cepat saat kehilangan beban turbin. *Stop valves* panas ulang menutup sepenuhnya pada kecepatan turbin yang berlebihan dan turbin trip. Cara kerja sistem *control valve* memiliki prinsip dasar yaitu *setting* aliran dengan sinyal *control* dan *akuator*.

e. *Turbine Control Valves*

Control valves ini digunakan untuk mengontrol tekanan untuk masuknya uap air pada turbin yang menyesuaikan pada sistem yang berasas pada seberapa besar beban yang ada pada listrik.

f. *Turning Device*

Turning device merupakan sebuah metode untuk memutar sebuah rotor yang ada pada turbin sejak *start* atau saat setelah *shut down* guna

mencegah adanya sebuah *distorsi/bending* yang diakibatkan oleh sebuah proses pemanasan maupun pendinginan yang tidak serempak.

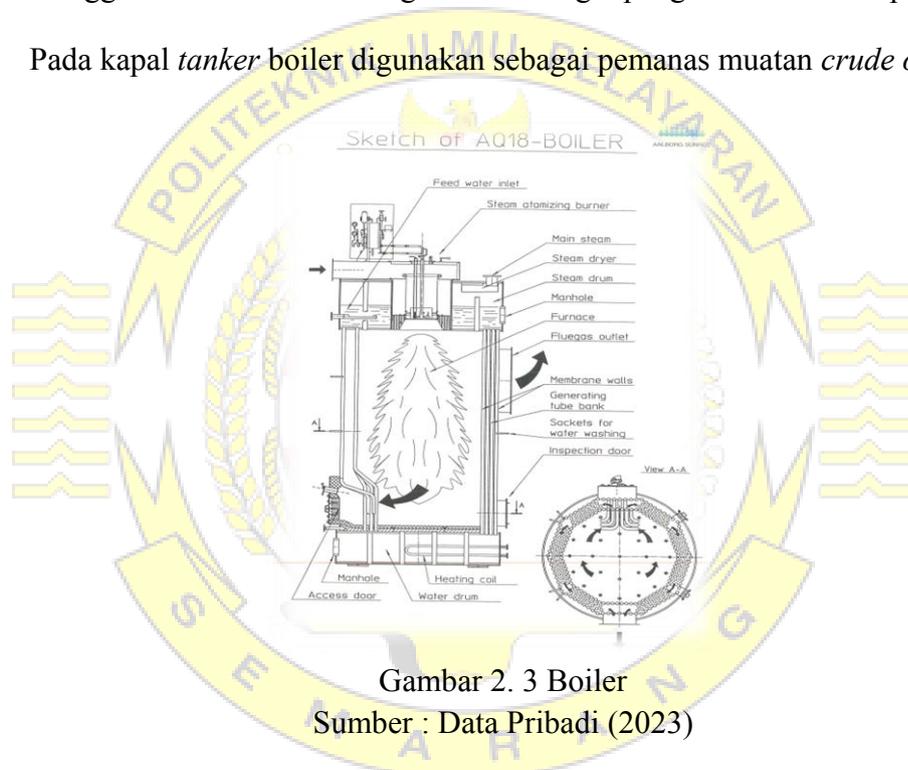
4. Boiler

Sugiharto Agus (2016) mendefinisikan bahwa boiler merupakan alat yang berbentuk layaknya bejana tertutup yang terbuat dari baja dan berfungsi untuk menghasilkan uap (*steam*). *Steam* didapatkan dengan melakukan pemanasan pada bejana yang berisi air dengan bahan bakar. Pada dasarnya boiler menggunakan bahan bakar cair seperti (residu, solar), padat (batubara) atau gas. Pada kapal boiler merupakan sebuah bagian yang sangat penting, hal ini dikarenakan boiler yang akan membantu kerja mesin uap penggerak utama. Boiler kapal merupakan sebuah mesin yang difungsikan untuk mengubah cairan dari air menjadi uap.

Boiler mampu membuat uap dengan jumlah tekanan lebih dari satu *atmosfer* dengan cara memanaskan air yang ada didalam menggunakan sebuah gas *steam* dari proses pembakaran. Singkatnya boiler ini mengubah energi kimia menjadi sebuah energi yang menghasilkan sebuah tenaga untuk kegiatan pekerjaan dan dirancangan untuk melakukan proses transfer energi panas dari sebuah bahan bakar. Boiler atau ketel uap sendiri dirancang untuk menghasilkan energi uap yang akan digunakan untuk sebuah sistem gerak atau sistem pemanasan. Pada sebuah boiler ada sebuah perangkat yang dipasang pada bagian bawah cerobong boiler yaitu *economizer*.

Economizer memiliki sistem kerja dengan cara memanfaatkan panas dari gas buang. Boiler memiliki fungsi utama sebagai penghasil uap. Uap

yang dihasilkan oleh boiler selain dijadikan pemanas bahan bakar (residu, MFO), bisa juga digunakan sebagai penggerak turbin uap yang digunakan untuk motor penggerak utama pada sebuah kapal. Boiler kapal (ketel uap) memanaskan sebuah cairan yang ada pada sebuah bejana, lalu cairan yang ada pada bejana diubah menjadi sebuah uap. Uap yang telah dihasilkan akan dialirkan pada komponen yang membutuhkan, uap bisa digunakan untuk menggerakkan turbin atau digunakan sebagai penghasil sumber uap panas. Pada kapal *tanker* boiler digunakan sebagai pemanas muatan *crude oil*.



Gambar 2. 3 Boiler

Sumber : Data Pribadi (2023)

Boiler memiliki beberapa bagian utama yang diantaranya :

a. Tungku pengapian (*furnace*)

Tungku pengapian adalah bagian utama dari sebuah boiler. *Furnace* merupakan sebuah tungku pembakaran yang digunakan untuk pemanasan. Pada *furnace* dihasilkan sebuah pembakaran yang menghasilkan banyak energi panas. Pada umumnya, dinding pembakaran pada *furnace* dilapisi oleh banyak pipa-pipa. Ketika proses

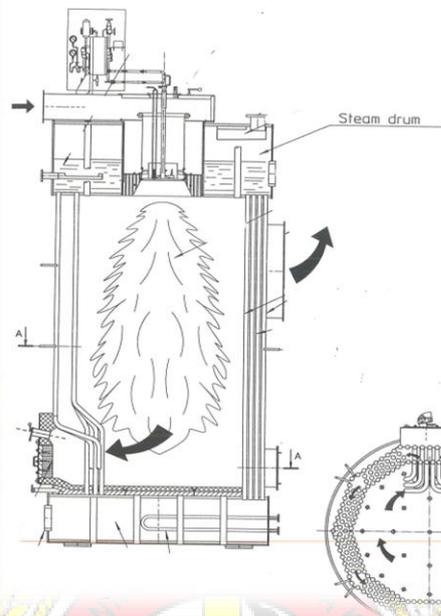
air yang berjalan pada pipa lebih cepat maka pendinginan yang terjadi pada dinding pipa menjadi lebih stabil dan akibatnya jumlah uap yang dihasilkan juga dapat meningkat dengan signifikan.

b. *Steam Drum*

Dalam proses perputaran alami *steam drum* merupakan sebuah komponen yang ada pada boiler pipa air yang memiliki fungsi sebagai pemisah uap air dengan air yang terdapat pada tahap pembuatan uap *superheater*. *Air feed water* yang disuplai oleh *boiler feed water pump* akan masuk kedalam boiler yang selanjutnya menuju ke *economizer* lalu masuk lagi kedalam *steam drum*. Pada *steam drum*, air akan dipompa oleh pompa sirkulasi boiler yang akan menuju ke *raiser tube* atau *wall tube* untuk mendapatkan sebuah fase uap saturasi. Pada *raiser tube* akan kembali lagi masuk kedalam *steam drum*.

Komponen yang terdapat pada *steam drum* akan membuat proses pemisahan antara air dengan uap air, sehingga air akan dipompa kembali untuk masuk kedalam *raiser tube*. Sedangkan uap yang dihasilkan akan masuk kedalam pipa boiler sisi *superheater*. Uap *saturated* yang masuk kedalam pipa *superheater* akan dipanaskan lebih lanjut hingga mencapai sebuah uap *superheater* dan memenuhi syarat untuk masuk kedalam turbin uap. Pada boiler perputaran alami posisi *steam drum* harus ditaruh setinggi mungkin pada ruangan boiler. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan antara ketinggian air yang ada pada *steam drum* dan pada posisi dimana air melakukan proses penguapan pada tabung boiler serta menentukan ketahanan penggerak sirkuit. Pada umumnya *steam*

drum terletak di atas boiler.

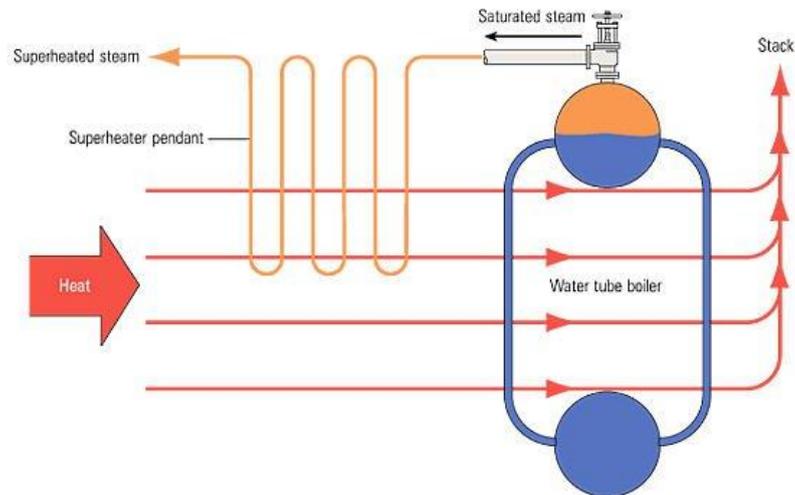


Gambar 2. 4 *Steam Drum*
Sumber : Data Pribadi (2023)

c. *Superheater*

Superheater merupakan *heat exchanger* yang memanaskan sebuah uap jenuh. Ketika uap jenuh dipanaskan hingga sampai pada titik *superheat*, suhu uap akan mendapatkan sebuah peningkatan yang akan melebihi suhu uap jenuh. Dengan adanya peningkatan tersebut akan efisiensi proses produksi energi dapat ditingkatkan. *Superheater* terdiri dari sebuah tabung yang mengalirkan uap yang kemudian dipanaskan dengan gas buang lewat diluar tabung. Tabung akan dihubungkan secara *parallel* menggunakan sebuah *header* dengan cara uap masuk dari satu *header* yang kemudian keluar melalui *header* lain. Pada boiler terdapat beberapa unit *superheater* serta sebuah *heater* yang merupakan sebuah *superheater* untuk memanaskan sebuah uap *eksternal* atau yang sebuah

uap yang telah digunakan pada proses kerja yang ada diluar boiler.



Gambar 2. 5 Susunan Berbagai Unit *Superheater*
Sumber : thermodyne (2024)

d. *Air Heater*

Air heater merupakan sebuah komponen yang memiliki fungsi untuk melakukan proses pemanasan udara yang berfungsi untuk meniup sebuah bahan bakar supaya dapat dilalui proses pembakaran dengan sempurna. Sebelum melewati *air heater* udara akan memiliki suhu yang sama seperti suhu normal yaitu 38°C . ketika udara telah melewati *air heater* suhu udara yang semulanya 38°C akan meningkat menjadi 230°C sehingga dapat digunakan untuk menghilangkan sebuah kandungan air yang ada pada proses pembakaran. Karena uap air dapat mengganggu proses pembakaran.

Air heater sendiri memiliki beberapa *element* yang terbentuk sedemikian rupa dan disusun membentuk sebuah lingkaran. Untuk mendapatkan sebuah panas, *element air heater* akan berputar secara terus menerus hingga mendapatkan panas yang sesuai. Pada *element* sisi

yang bersentuhan dengan sebuah aliran gas panas yang nantinya akan keluar menuju *element* sisi bawah dilalui oleh energi dingin. Pada saat gas buang keluar *element* akan berputar kebawah yang nantinya panas pada *element* tersebut akan diserap oleh sebuah udara bakar yang berasal dari *force draft fan*. Proses tersebut akan terjadi berulang-ulang.

e. *Dust Collector* (Pengumpul Abu)

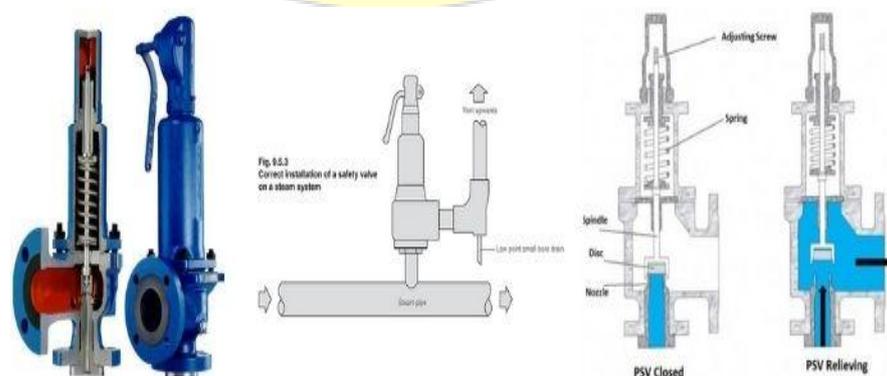
Dust collector ini berfungsi untuk mengumpulkan abu hasil dari pembakaran yang ada pada bagian pembakaran hingga debu yang ada pada dalam gas buang. Keuntungan dari menggunakan *dust collector* adalah gas yang dihasilkan pada pembakaran akan bebas dari kandungan debu sehingga ketika hasil pembakaran dibuang tidak akan menghasilkan debu dan bebas dari polusi. Alat ini akan meminimalisir pencemaran udara pada alam, alat ini juga sangat membantu untuk mengurangi kemungkinan kerusakan pada mesin maupun alat akibat adanya abu maupun pasir atau limbah lainnya.

f. *Safety Valve*

Safety valve ialah sebuah alat pengaman pembuang sebuah tekanan berlebihan yang digerakkan oleh *static pressure upstream* dari sebuah katup yang memiliki ciri membuka penuh atau *popping*. *Safety valve* akan bekerja dengan otomatis pada saat tekanan yang ada pada sistem telah melebihi batas tekanan yang telah diatur. *Safety valve* banyak digunakan pada sistem boiler sehingga kerusakan pada boiler dapat dicegah. Pada dasarnya tekanan berlebihan pada boiler akan membuat pipa-pipa yang ada didalamnya pecah apabila dibiarkan.

Selain itu tekanan uap yang berlebihan akan membahayakan operator peralatan boiler. Sehingga dengan adanya *safety valve* tekanan uap yang berlebihan akan dibuang lalu turun ke kondisi normal sesuai dengan batas yang dianjurkan. Maka dari itu resiko negatif dari tekanan uap dapat dicegah.

Cara kerja *safety valve* ialah nilai uap di *setting* dahulu pada *safety valve*, maka dari itu tekanan uap yang memiliki lebih dari pada nilai yang telah di *setting* akan memaksa pegas untuk bergerak secara mekanikal. Setelah pegas bergerak secara mekanikal, pegas akan mendorong keatas atau lebih tepatnya ke arah luar yang membuat saluran terbuka. Dengan adanya kondisi saluran yang terbuka ini, maka uap yang melebihi batas *setting* awal akan keluar ke *atmosfer* sehingga tekanan uap yang berlebihan mulai berkurang. Ketika uap sudah berkurang dengan nilai yang semakin turun dan rendah dari tegangan pegas, selanjutnya pegas akan turun dan masuk kedalam. *Safety valve* akan membuka saluran apabila terjadi peningkatan dari tekanan uap secara tajam dan mendadak.



Gambar 2. 6 *Safety Valve*
Sumber : aeroengineering (2021)

g. Gelas Penduga (*Sight Glass*)

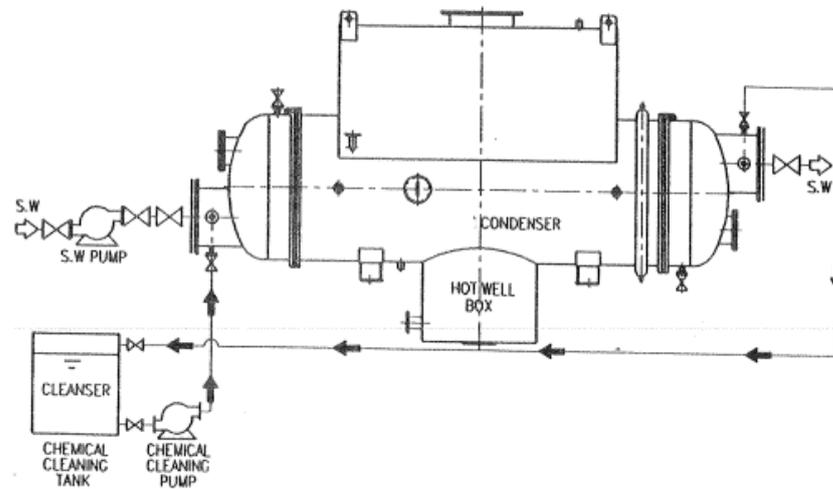
Gelas penduga merupakan sebuah komponen penting pada boiler. Gelas penduga memiliki fungsi untuk mengetahui batas dari permukaan air yang ada didalam sebuah ketel. Gelas penduga akan memberikan sebuah kemudahan pada tahap pengontrolan ketinggian air didalam ketel pada saat boiler sedang beroperasi.

h. Pembuangan Air Ketel

Pembuangan air ketel merupakan salah satu komponen penting pada boiler, pembuangan air ketel memiliki fungsi untuk membuang sebuah air yang ada didalam sebuah *drum* bagian atas. Pembuangan air pada ketel dapat dilakukan ketika terdapat sebuah zat yang tidak dapat terlarut. Contoh dari zat yang tidak dapat terlarut ialah adanya sebuah busa yang dapat mengganggu jalannya proses pengamatan pada gelas penduga. Agar dapat melakukan proses pembuangan air yang ada didalam drum, *blowdown* dipasang pada bagian *drum* atas. Katup ini akan berproses dan bekerja apabila busa yang dihasilkan berlebihan serta melewati batas yang sudah di *setting*.

5. *Condenser*

Condenser juga yang berarti sebagai alat penukar sebuah panas atau kalor yang memiliki fungsi untuk meng*condensation* kan sebuah *fluida*. Dalam penggunaannya *condenser* terletak dibagian luar ruangan yang sedang dalam proses pendinginan agar energi panas yang dihasilkan pada saat proses pengoperasian dapat dibuang keluar agar tidak mengganggu jalannya tahapan pendinginan.



Gambar 2. 7 Prinsip Kerja *Condenser*

Sumber : Dokumen pribadi (2023)

Condenser memiliki prinsip kerja, pada dasarnya prinsip kerja *condenser* tergantung dari jenis atau tipe dari *condenser* tersebut. Pada umumnya *condenser* dibagi menjadi 2 jenis yang diantaranya ialah *surface condenser* dan *direct contact condenser*.

a. *Surface Condenser*

Surface condenser bekerja dengan melakukan sebuah perubahan yang dilakukan dengan mengalirkan sebuah uap kedalam sebuah ruangan yang didalamnya berisi susunan pipa. Uap tersebut akan memenuhi susunan pipa, sementara air yang memiliki fungsi sebagai pendingin akan mengalir pada pipa (*tube side*). Ketika hal itu terjadi, terjadilah sebuah kontak atau singgungan antar keduanya yang dimana uap yang mempunyai suhu panas akan bersinggungan dengan air pendingin yang sebelumnya memiliki fungsi menyerap sebuah kalor. Pada akhirnya *temperature steam* turun dan tercondensation. *Surface condenser* terdiri dari 2 jenis yang dapat dibedakan dengan masuknya

sebuah uap dan sebuah air pendingin. Berikut jenis dari *surface condenser*:

1) *Type Horizontal Condenser*

Pada *type horizontal condenser*, air pendingin masuk melalui bagian bawah yang selanjutnya air pendingin akan masuk ke dalam *tube* yang kemudian akan keluar melalui bagian atas. Sedangkan uap akan masuk melalui bagian tengah yang selanjutnya akan keluar sebagai dibagian bawah.

2) *Type Vertical Condenser*

Pada *type vertical condenser* sebuah air pendingin masuk melalui bagian bawah yang kemudian akan mengalir kedalam pipa-pipa lainnya. Setelah itu air yang mengalir kedalam pipa, akan keluar dibagian atas *condenser*. Kemudian *steam* akan masuk melalui bagian atas dan air *condenser* akan keluar pada bagian bawah.

b. *Direct Contact Condenser*

Pada *direct contact condenser* proses *condensation* dilakukan dengan mencampurkan sebuah uap dan air pendingin secara langsung. *Direct contact condenser* atau *spray condenser* sering melakukan sebuah proses pencampuran dengan cara menyemprotkan air pendingin langsung ke uap. Akibatnya *steam* menempel pada butiran yang dihasilkan oleh pendingin dan selanjutnya akan mengalami kontak *temperature* yang kemudian uap akan ter*condensation* serta tercampur dengan air pendingin. *Direct contact condenser* memiliki beberapa tipe

yang diantaranya ialah :

1) *Spray Condenser*

Pada *spray condenser* proses pencampuran yang ada pada *steam* dengan air pendingin dilaksanakan dengan cara menyemprotkan air kepada *steam* secara langsung. Ketika air di semprotkan ke *steam* akan membuat *steam* keluar dari *exhaust turbine* yang bercampur dengan air pendingin yang kemudian akan menghasilkan sebuah *condenser* yang sangat dekat dengan *fase saturated*. Sebagian *condenser* akan dikembalikan lagi kepada boiler sebagai *feed water*.

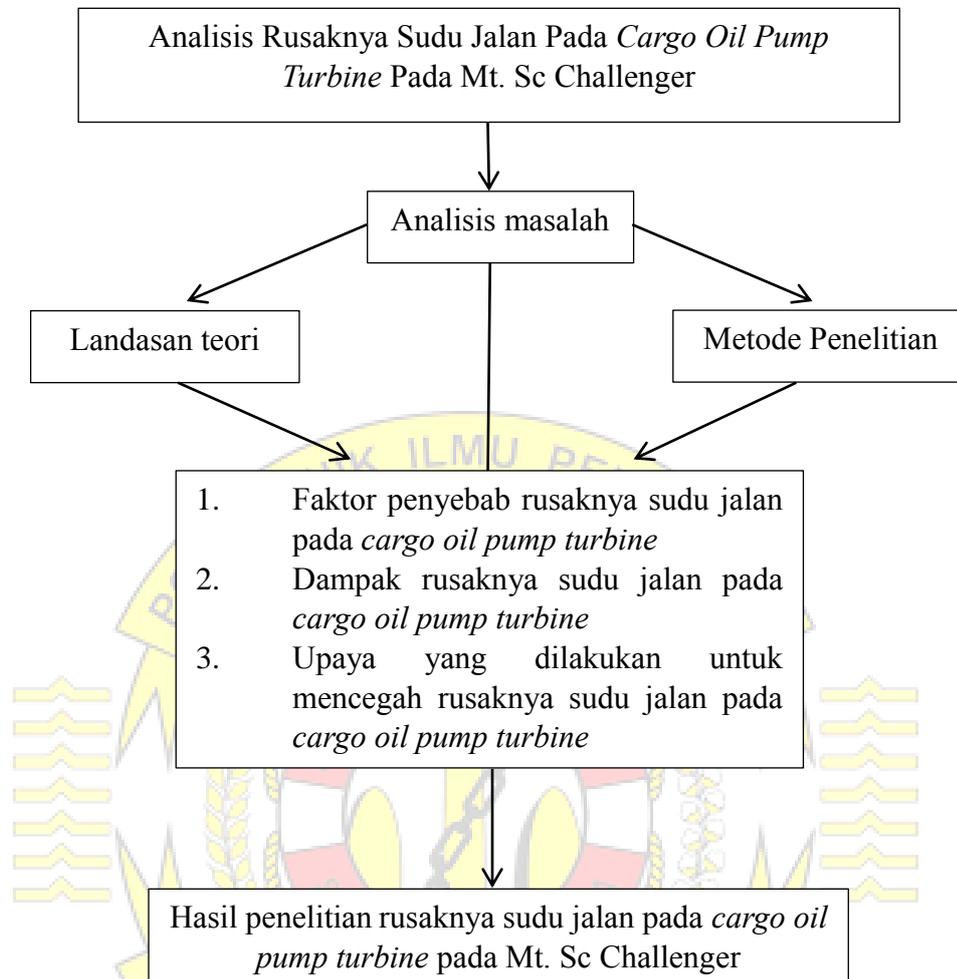
2) *Barometric dan Jet Condenser*

Barometric dan *jet condenser* adalah jenis pertama dari *condenser*. Fitur utama *barometric condenser* adalah bahwa air injeksi dapat dibuang melalui pipa ekor secara gravitasi, tanpa memerlukan pompa. *Barometric* dan *jet condenser* bekerja dengan asas yang sama dengan *spray condenser* dengan terkecuali jika pompa jenis ini tidak dibutuhkan.

B. Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan pengamatan serta data yang diperoleh pada permasalahan yang terjadi. Ada beberapa hal yang akan menyebabkan sebuah masalah dibagian rusaknya sudu jalan pada turbin uap *cargo oil pump turbine* pada kapal yang menjadi tempat penelitian. Maka dari itu peneliti membuat kerangka pikir untuk menjelaskan secara detail dan rinci agar mudah dipahami. Berikut adalah

kerangka pikir dari penelitian ini :



Gambar 2. 8 Kerangka Pikir

Sumber : Dokumen pribadi (2023)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian mengenai “Analisis Rusaknya Sudu Jalan Pada Turbin Uap *Cargo Oil Pump Turbine*”, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kerusakan pada sudu jalan *cargo oil pump turbine* disebabkan oleh *steam* yang bercampur dengan air laut sehingga membuat terjadinya korosi pada sudu jalan *cargo oil pump turbine*, faktor lainnya ialah pelaksanaan pengoperasian *cargo oil pump* tidak sesuai dengan prosedur.
2. Kegagalan dari rusaknya sudu jalan pada *cargo oil pump turbine* ialah turbin uap menjadi tidak optimal dan terjadi *crack* pada sudu turbin. Dengan terjadinya *crack* pada sudu turbin akan membuat komponen-komponen penting yang ada pada *cargo oil pump turbine* menjadi rusak dan terhambatnya *discharge* pada kapal, akibatnya proses operasional kapal menjadi terhambat.
3. Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada sudu jalan *cargo oil pump turbine* ialah dengan melaksanakan *blowdown water drum boiler*, mengatur *set point water level boiler* pada posisi normal, melakukan cerat uap, mengganti *tube condenser* yang bocor, melakukan *boiler water analysis* secara rutin dan penggunaan *chemical* pada air boiler, melakukan pembersihan *filter sea chest*, mengganti sudu-sudu turbin, melakukan perawatan sesuai *planned maintenance system(PMS)*, dan menambal *steam drum* serta pipa-pipa yang bocor dengan di las.

B. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian mengenai perbaikan *cargo oil pump turbine* dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini terbatas serta hanya dilaksanakan pada Kapal MT. Sc Challenger yang menghadirkan sebuah tantangan pada keterbatasan akses serta keterbatasan waktu untuk melakukan observasi. Dengan adanya hal ini akan membuat jumlah data dan penelitian yang dikumpulkan menjadi terbatas.
2. Dalam proses pengumpulan data, peneliti memiliki keterbatasan yaitu kegiatan yang ada didalam kapal harus tetap berjalan. Maka dari itu, beberapa narasumber memiliki keterbatasan waktu serta memiliki kesibukan sehingga berpengaruh pada fokus yang dimiliki ketika menjawab pertanyaan yang telah disiapkan peneliti pada sesi wawancara. Dari adanya keterbatasan tersebut, peneliti melakukan sesi wawancara hanya pada saat jam istirahat.
3. Berkaitan dengan teknologi yang tersedia diatas kapal Mt. Sc Challenger, ada keterbatasan dalam peralatan teknis yang digunakan untuk melakukan perawatan. Hal ini dapat mempengaruhi proses pengecekan dan menanggulangi masalah teknis yang mungkin terjadi pada rusaknya *cargo oil pump turbine*.

C. Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat diberikan sebagai sebuah masukan yang bermanfaat untuk kedepannya, adapun saran yang peneliti berikan ialah sebagai berikut:

1. Proses perbaikan serta perawatan kapal diharapkan para *engineer* memperhatikan prosedur-prosedur yang telah diterapkan sesuai dengan *manual instruction book* dengan teliti dan benar, meningkatkan rasa peduli dengan sesama *engineer* dalam kegiatan yang berhubungan dengan permesinan terutama dalam hal pengoperasian *cargo oil pump* agar tidak terjadi kerusakan sudu jalan saat berlangsungnya proses *cargo operation*.
2. Perusahaan harus melakukan familiarisasi bersama seluruh *crew* mesin bagaimana proses penerapan dan perubahan tentang *standart operational procedure* ketika mengoperasikan *cargo oil pump* agar tidak terjadi sebuah kesalahan pada saat melakukan pengoperasian dan perbaikan terhadap prosedur tersebut.
3. Selalu memperhatikan *sparepart* yang ada di atas kapal bila sewaktu ada kejadian darurat *sparepart* bisa langsung diganti dengan yang baru tanpa harus menunggu waktu lama untuk menggantinya sebelum terjadi kerusakan yang lebih serius.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Rohim, M. F. (2017). Wawancara dan Observasi. *Pengumpulan Data*.
- Akyuz, E. (2015). Quantification of human error probability towards the gas inerting process on-board crude oil tankers. *Safety Science*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.07.018>.
- ANON. (1970). AMERICA SUN. *Tanker Bulk Carrier*, 16(11).
- Ardiyanto, Y. (2019). Memahami Metode Penelitian Kualitatif. In *Djkn* (Issue 2).
- Chaibakhsh, A., & Ghaffari, A. (2008). Steam turbine model. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 16(9). <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2008.05.017>.
- Dettoni, S., Colla, V., Salerno, G., & Signorini, A. (2017). Steam Turbine Models for Monitoring Purposes. *Energy Procedia*, 105 <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.351>.
- Dick, E. (2022). Steam Turbines. In *Fluid Mechanics and its Applications* (Vol. 130). https://doi.org/10.1007/978-3-030-93578-8_6.
- DODIK, C. N. (2019). Identifikasi menurunnya kerja condenser pada auxiliary boiler di atas kapal mv. Ctp fortune (doctoral dissertation, politeknik ilmu pelayaran semarang).
- DWI, P. (2018). Identifikasi Penyebab Kerusakan *Seal Cargo Pump* dalam Proses *Discharging* Muatan Kimia Cair.
- Fadli, M. R. (2021). Memahami desain metode penelitian kualitatif. *HUMANIKA*, 21(1). <https://doi.org/10.21831/hum.v21i1.38075>.
- Gan, H., Zhang, J., Jiang, D., & Yong, Q. (2014). Simulation study of VLCC cargo pumps turbine system. *Ship Building of China*, 55(1). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.13323>, <https://doi.org/10.3390/en11051305>, <https://doi.org/10.3390/JMSE8090726>.
- Johnston, D. E. (1986). Rotary shaft seals. *Tribology International*, 19(4). [https://doi.org/10.1016/0301-679X\(86\)90051-4](https://doi.org/10.1016/0301-679X(86)90051-4).
- Kinasih, N. D. (2022). Mengenal fishbone diagram atau diagram tulang ikan beserta struktur dan contohnya. In *Ekrut.Com*.
- Konur, O., Yuksel, O., Korkmaz, S. A., Colpan, C. O., Saatcioglu, O. Y., & Muslu, I. (2022). Thermal design and analysis of an organic rankine cycle system utilizing the main engine and cargo oil pump turbine based waste heats in a large tanker ship. *Journal of Cleaner Production*, 368.
- Kosman, W., Rusin, A., & Reichel, P. (2023). Application of an energy storage system with molten salt to a steam turbine cycle to decrease the minimal acceptable load. *Energy*, 266. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126480>.
- L.J Moleong. (2022). Metodologi Penelitian Kualitatif. In *Metodologi Penelitian*

Kualitatif. In *Rake Sarasin* (Issue Maret).

Liu, R., Ma, X., Ren, X., Cao, J., & Niu, S. (2018). Comparative analysis of bearing current in wind turbine generators. *Energies*, 11(5).

Mitrović, D. M., Stojanović, B. V., Janevski, J. N., Ignjatović, M. G., & Vučković, G. D. (2018). Exergy and exergoeconomic analysis of a steam boiler. *Thermal Science*, 22. <https://doi.org/10.2298/TSCI18S5601M>.

Moleong, L. J. (1989). Metodologi penelitian kualitatif. (*No Title*).

Nirbito, W., Budiyanto, M. A., & Muliadi, R. (2020). Performance analysis of combined cycle with air breathing derivative gas turbine, heat recovery steam generator, and steam turbine as LNG tanker main engine propulsion system. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(9).

Pahkeviannur, M. rizal. (2022). Penelitian Kualitatif : Metode Penelitian Kualitatif. *Jurnal EQUILIBRIUM*, 5(January).

Prasetyo, D. (2020). Teori Permesinan Kapal.

Rukin. (2022). Metodologi Penelitian Kualitatif. In *Rake Sarasin* (Issue March).

Tawfeic, S. R. (2013). BOILER DRUM-LEVEL MODELING. *JES. Journal of Engineering Sciences*, 41(5). <https://doi.org/10.21608/jesaun.2013.114911>.

Utami, R. P. (2017). Observasi Dan Wawancara, *Universitas Mercu Buana, Jakarta*.

Vidmar, P., & Perkovič, M. (2018). Safety assessment of crude oil tankers. *Safety Science*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.02.009>.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Teks Wawancara

1. Wawancara 1 dengan *Chief Engineer*

Peneliti : “Mohon izin *chief* saya mau bertanya mengenai kerusakan pada sudu jalan pada *cargo oil pump turbine* yang terjadi saat kita melakukan *cargo operation* di *single point mooring chief*, apa penyebab dari kerusakan itu ya *chief*?”

Chief Engineer : “Penyebab rusaknya sudu jalan pada *cargo oil pump turbine* tempo hari yang lalu itu disebabkan karena adanya korosi det. *Steam* yang bercampur dengan air laut itu akan menyebabkan korosi yang mengakibatkan sudu jalan menjadi patah det”.

Peneliti : “Untuk dampak yang ditimbulkan akibat patahnya sudu jalan pada *cargo oil pump turbine* apa *chief*?”

Chief Engineer : “Putaran *turbine* jadi tidak bisa berputar dengan maksimal det”.

Peneliti : “Gitu ya *chief*, terus bagaimana cara mengatasi patahnya sudu jalan pada *cargo oil pump turbine* itu *chief*?”.

Chief Engineer : “Jadi cara mengatasinya itu dengan mengganti sudu-sudu turbin yang sudah patah terlebih dahulu, kemudian kita cari apa penyebab dari korosi tersebut. Beberapa hari yang lalu kan kita sudah buka *condenser* nya ternyata ada kebocoran dibagian *tube* nya kan. Lalu kita tutup *tube* yang bocor itu biar air laut gak bisa masuk lagi ke dalam

tube yang bocor. Setelah itu kita cek *sea chest* dan *zink anode* MGPS nya dan ternyata habis maka dari itu kita harus melakukan pergantian”.

Peneliti : “Oh gitu ya *chief*, terimakasih *chief* atas penjelasannya”.

Chief Engineer : “Sama-sama det”.

2. Wawancara 2 dengan *Second Engineer*

Peneliti : “ Bas, mohon izin bertanya perihal rusaknya sudu jalan pada *cargo oil pump turbine* yang terjadi tempo hari yang lalu. Jadi apa ya bas penyebabnya?”

Second Engineer : “ Penyebab terjadinya kerusakan pada rusaknya sudu jalan pada *cargo oil pump turbine* ada berbagai macam penyebabnya det. Tetapi perlu diingat bahwa itu terjadi dikarenakan pengoperasian *cargo oil pump turbine* tidak sesuai dengan prosedur yang ada”.

Peneliti : “ Dampak yang terjadi jika kerusakan sudu jalan pada *cargo oil pump turbine* apa bas?”

Second Engineer : “Dampaknya adalah turbin uap menjadi tidak optimal dan terjadi *crack* pada sudu turbin det”.

Peneliti : “ Gitu ya bas, terus bagaimana cara mengatasinya bas agar pengoperasian sesuai dengan prosedur yang ada?”

Second Engineer : “Kita harus melakukan perawatan sesuai *planned maintenance system*(PMS) det, kita juga harus selalu melakukan pengecekan secara berskala agar kebocoran pada *tube* tidak terjadi lagi. Sehingga itu akan membuat

kita terhindar dari kerusakan yang akan berdampak pada proses kerja kita det”.

Peneliti : “Oh begitu ya bas, terimakasih banyak bas atas penjelasannya”.

Second Engineer : “Oke det, sama-sama”.



Lampiran 2 Data Pribadi Foto *Cargo Oil Pump Turbine*



Gambar *cargo oil pump turbine* sebelum diperbaiki



Gambar *cargo oil pump turbine* sesudah diperbaiki

Lampiran 3 Data Pribadi Foto Sudu Jalan *Turbine*



Sudu jalan *cargo oil pump turbine* sebelum diperbaharui



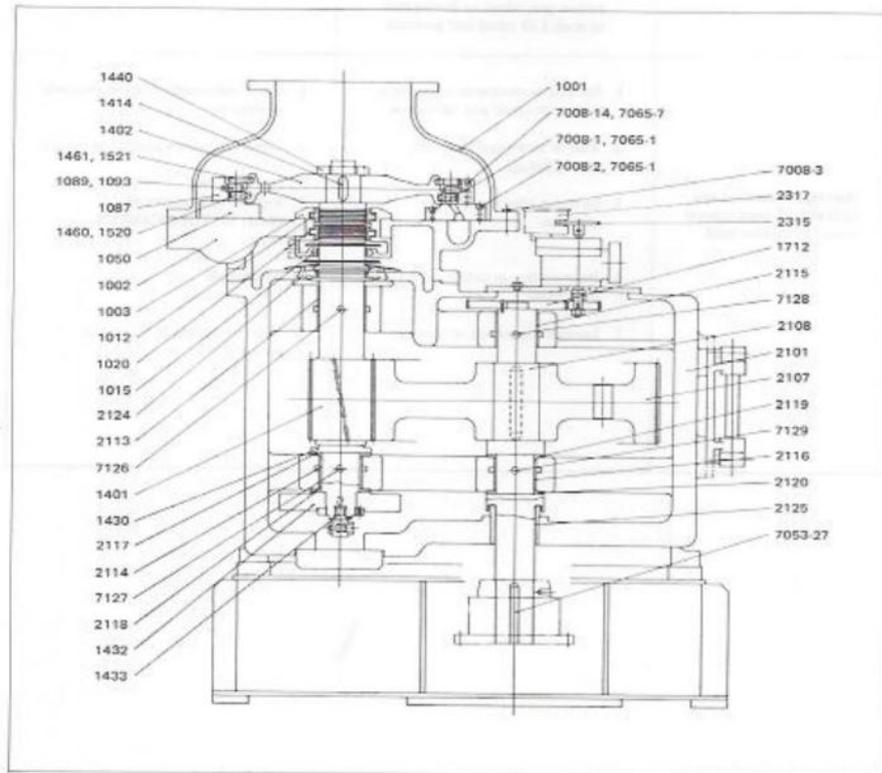
Sudu jalan *cargo oil pump turbine* sesudah diperbaharui

Lampiran 4 Data Pribadi Foto Proses Perbaikan Sudu Jalan Pada *Cargo Oil*

Pump Turbine

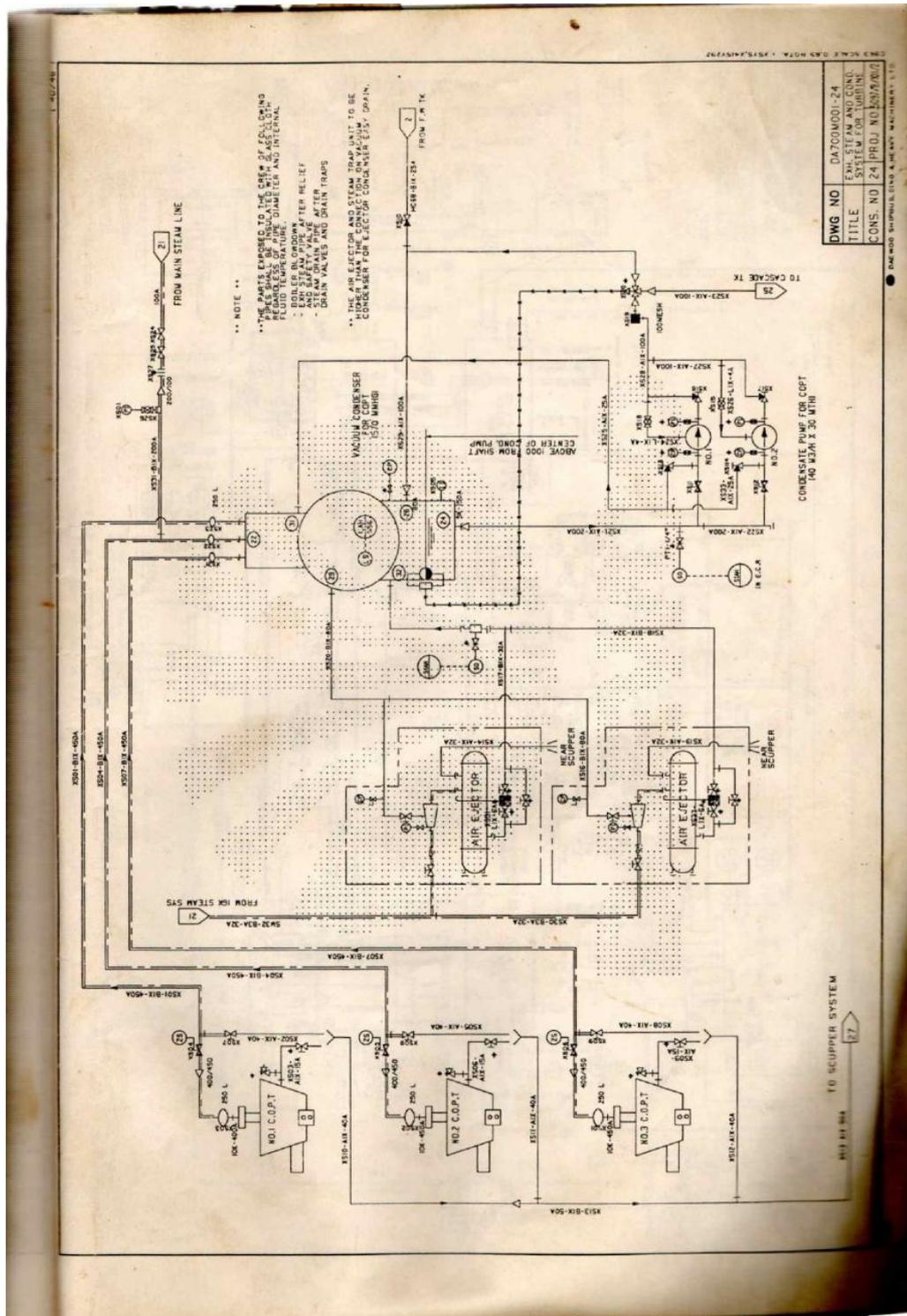


Lampiran 5 Data Pribadi foto *Assembly of Cargo Oil Pump Turbine*



PART NO.	NAME OF PART	REQ.	PART NO.	NAME OF PART	REQ.
1001	EXHAUST CASING	1 set	2113	BEARING METAL	1 set
1002	STEAM CHEST	1 set	2114	BEARING METAL	1 set
1003	PACKING CASE	1 set	2115	BEARING METAL	1 set
1012	LABYRINTH PACKING	2 sets	2116	BEARING METAL	1 set
1015	STEAM GUARD	1 set	2117	THRUST METAL	1 set
1020	SPRING	8	2118	THRUST METAL	1 set
1050	NOZZLE	1 or 2	2119	THRUST METAL	1 set
1087	STATIONARY B. SEAT	1 or 2	2120	THRUST METAL	1 set
1089	STATIONARY BLADE	1 set or 2 sets	2124	OIL GUARD	1 set
1093	SHROUD	1 set or 2 sets	2125	OIL GUARD	1 set
1401	TURBINE SHAFT	1	2315	TACHOMETER ROTOR	1 set
1402	ROTOR DISC	1	2317	TACHOMETER TRANS.	1 set
1414	KEY	1	7008-1	CAP SCREW	
1430	THRUST COLLAR	1	7008-2	CAP SCREW	
1432	BALANCE WEIGHT	1	7008-3	CAP SCREW	
1433	TRIP SHAFT	1	7008-14	CAP SCREW	
1440	NUT	1	7053-27	KEY	1
1460	1st MOVING BLADE	1 set	7065-1	SPRING WASHER	
1461	2nd MOVING BLADE	1 set	7065-7	SPRING WASHER	
1520	SHROUD	1 set	7126	THERMOMETER	1
1521	SHROUD	1 set	7127	THERMOMETER	1
1712	DRIVING GEAR	1	7128	THERMOMETER	1
2101	REDC. GEAR CASING	1 set	7129	THERMOMETER	1
2107	WHEEL	1			
2108	WHEEL SHAFT	1			

Lampiran 6 Data Pribadi Piping Diagram System Cargo Oil Pump Turbine



Lampiran 8 Data Pribadi *Procedure Starting Cargo Oil Pump Turbine*

87 5

CHAPTER 3 OPERATION

1. CHECK BEFORE OPERATION

- (1) Confirm if the driven machine is ready for starting.
- (2) Check by opening the drain valve or removing the plug if water is in the oil tank, Woodward governor, the L.O. cooler or the oil strainer.
- (3) Check the oil level in the oil tank and the governor.
- (4) Check oil in the gear coupling between the turbine and driven machine by removing the plugs on the gear coupling.
Supply of oil to the gear coupling is from the plugs.
- (5) Start the priming L.O. pump and confirm oil pressure reaches above $0.3 \text{ kg/cm}^2\text{g}$.
- (6) Pass cooling water to the L.O. cooler.
(Cooling water is adjusted by throttling the cooling water outlet valve so that temperature of the L.O. supplied is kept between 20 and 45°C during operation of the turbine.)
- (7) Confirm all relating equipments, such as condenser cooling water pump, condensate pump, etc. are ready for starting the turbine.
- (8) Open fully the drain valves on the drain separator, the governor valve, the exhaust casing and the pipings and also on the pipings before the steam inlet valve and after the exhaust valve.
- (9) Open the exhaust valve fully.
- (10) Turn the turbine together with the driven machine several revolutions by the turning bar to confirm smooth turning.
- (11) Set all trips on reset condition by the reset knob on the trip casing. Refer to Fig. 3.1.
- (12) Set the governor at the minimum speed by turning the adjusting knob counterclockwise and fully.
- (13) Supply the sealing steam to the turbine gland as follows ; (In case of the exhaust is vacuum). Open the sealing steam valve gradually till the sealing steam begins to slightly leak from the turbine gland where the turbine shaft passes through. (The sealing steam pressure as an idea is $0.1 \sim 0.8 \text{ kg/cm}^2\text{g}$.)
- (14) Open the steam inlet valve slightly to warm-up the turbine.
Pull the starting lever, if fitted, to open the governor valve to supply a just sufficient steam to the turbine for its warm-up, not

so much steam as to start the turbine.

Unless pulling the starting lever, if fitted, the governor does not function and the governor valve remains closed. Moreover, unless L.O. pressure is above $0.3 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ by operating the priming L.O. pump, the L.O. interlock acts and the governor valve can not be opened.

2. STARTING

- (1) Open the steam inlet valve gradually and start the turbine. Then keep its speed at 100 to 200 rpm to warm up the turbine for 25 minutes.
- (2) During that time check if there is no abnormal noise or vibration in the turbine and the reduction gear.
In case any abnormal state is felt, stop the turbine immediately and trace the cause.
- (3) Close each drain valve on making sure that the drain has been completely discharged from each portion.
- (4) Trip the turbine by operating the hand trip knob to confirm that the governor valve closes immediately.
- (5) After sufficient warm up, open the steam inlet valve further and gradually and raise the speed up to the rated revolutions in about 5 minutes.
- (6) When the governor is used for the first time, draw out air in the governor oil by opening the needle valve on the governor and adjust the needle valve as described in the manual of Woodward Governor.
- (7) Confirm if the emergency trip mechanism actuates surely always at the time of starting. Also at the first operation after inspection or long standstill, confirm the actuation of overspeed trip at the specified speed.
- (8) When testing the overspeed trip for the turbine, the pump must be disconnected and the test must be to the turbine only in order to avoid dry running of mechanical seal fitted on the pump.

3. OPERATION AT VARIOUS SPEEDS

- (1) For remote control
In the control room, operate the speed control switch.
For speed increase, turn the switch clockwise, and vice versa.
- (2) For local control
For speed increase, turn the manual adjusting knob clockwise, and vice versa.

Lampiran 9 Data Pribadi *Procedure Stopping Cargo Oil Pump Turbine*

87

6

4. STOPPING

- (1) Decrease the turbine speed gradually.
- (2) Close the steam inlet valve.
Also stopping is possible when the remote stop or the hand trip on the turbine is actuated.
- (3) When speed decreases and oil pressure falls below $0.45 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$ the priming L.O. pump starts automatically, keeping oil pressure above $0.3 \text{ kg/cm}^2 \text{ g}$.
- (4) Stop the cooling water to the L.O. cooler.
- (5) When the turbine has stopped, close the exhaust valve and open all drain valves on the turbine to discharge drain completely.
- (6) Keep the priming L.O. pump in operation for more than 5 minutes after stopping the turbine. After stopping the priming L.O. pump, confirm that the turbine bearing temperature does not rise above 80°C .

5. EMERGENCY STOPPING

- (1) Local stopping
Push the hand trip knob provided on the trip casing on the reduction gear casing so that the spindle moves downward and the governor valve closes through actuation of the trip mechanism and the turbine stops as shown in Fig. 3.1 and 3.2.
- (2) Remote stopping
Push the remote stop switch provided in the remote control room so that the trip mechanism actuates to close the governor valve to stop the turbine as shown in Fig. 3.1 and 3.2.

6. RESETTING OF EMERGENCY TRIP

Before resetting emergency trip, be sure to make the following conditions.

- (a) The driven machine is at the minimum load, e.g. the pump discharge valve is fully closed.
- (b) The governor speed setting is at the minimum speed.
- (c) The turbine steam inlet valve is fully closed.

Fig. 3.1

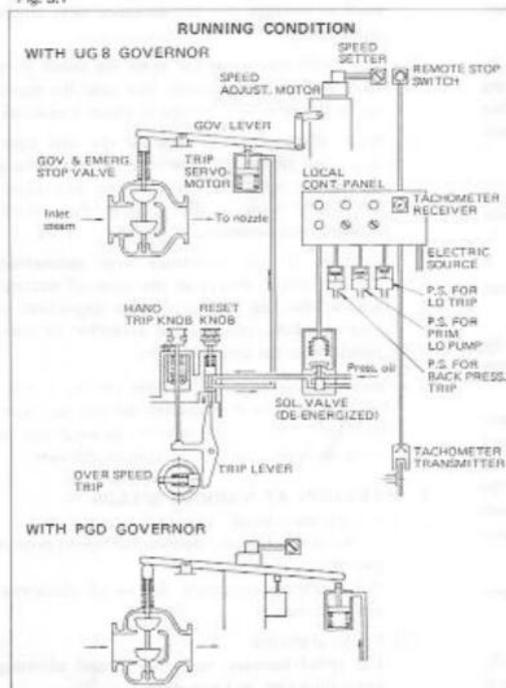
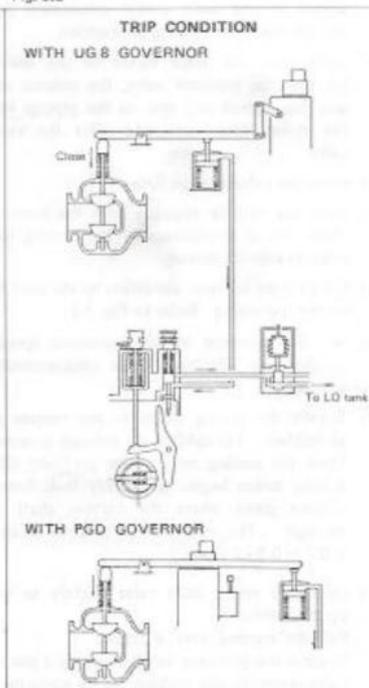


Fig. 3.2



 SHINKO IND. LTD.

()



Form 22
 DIMONITORKAN ACT
 CHAPTER 133
 DIMONITORKAN SEROBI, ATORES
CREW LIST

Name of Vessel / Nama Kapal : **MT. SC Challenger XXXVII**
 Gross Tonnage / GT Kapal : **54,441 T**
 Agent in Port / Keagenan : **PT. HASWARPIN GROUP**
 Owner's / Pemilik : **PT. ARMADA MARITIME**
 Date Of Departure / Tanggal Berangkat :
 Date Of Arrival / Tanggal Tiba :

Last Port / Pelabuhan Terakhir :
 Next Port / Pelabuhan Selanjutnya :

BATAM
TBA

No.	Name / Nama Awak	Duties on Board / Jabatan	Date of Birth / Tanggal Lahir	Nationality / Kebangsaan	Travel Doc No. / No. Buku Pelaut	Doc. Of Travel Expired / Tal Berakhir Buku Pelaut	Certificate No. / No. Sertifikat Ijazah Pelaut	Certificate / Sertifikat Ijazah Pelaut
1	Ashari	Master	7-Aug-1967	Indonesia	F 246779	7-Jul-24	630065001N10316	ANT-I
2	Ayang Sunarya	Ch Off	27-Sep-1984	Indonesia	F 342691	1-Apr-23	6300415442N10117	ANT-I
3	Syahri Ramadhan	2nd Off	7-Feb-1987	Indonesia	G107889	11-Nov-24	630064145N20221	ANT-II
4	Tinus Swabessy	2nd Off	6-Aug-1987	Indonesia	E152324	5-Jan-24	6300966250N20222	ANT-II
5	Rudi Setiawan	3rd Off	27-Feb-1993	Indonesia	F 293609	28-OCT-2024	6301331488M30216	ANT-III
6	Jaremia Pelawati	Jr 3rd Off	13-Sep-1997	Indonesia	P076731	6-Nov-24	6311721695N30519	ANT-III
7	Petrus Leluwalahessy	Ch. Eng	25-Feb-1967	Indonesia	F 319119	29-Jan-23	6300061137I0330	ATT-I
8	Johannis Andris	2nd Eng	27-Aug-1962	Indonesia	E078148	3-Apr-23	6300080815720316	ATT-II
9	Suhendro Wahono	3rd Eng	21-Sep-1992	Indonesia	F312999	5-Jul-24	6301569957345193	ATT-III
10	Moh. Khalik Farizi	4th Eng	24-Jan-1983	Indonesia	G 036341	22-Feb-24	6300541621T20417	ATT-III
11	Rudy Sarfala Siregar	Jr 4th Eng	21-Jul-1993	Indonesia	G 040203	15-Dec-2023	6311410559835119	ATT-III
12	Wira Buana	Jr 4th Eng	23-Apr-1993	Indonesia	P295992	30-Mar-24	6311410559830176	ATT-III
13	Agung Wahyu Saputra	Electrician	13-Aug-1972	Indonesia	E124570	10-Nov-24	6311580176730319	ATT-III
14	Herman Eddy	Pump Man	17-Jun-1966	Indonesia	G 065005	8-Mar-24	6300251626010520	BST
15	Pebes Djoni Djo Hanu	Pump Man	17-Jun-1991	Indonesia	E 307898	28-Jul-24	63007320340717	BST
16	Denik Krasawanto	AB-1	8-Jul-1976	Indonesia	F304881	13-Dec-22	6302088035440716	RATING 2017
17	Herrnan	AB-2	27-Sep-1979	Indonesia	G 137745	13-Dec-22	6300391101340610	RATING 2016
18	Nuraini	AB-3	27-Sep-1979	Indonesia	P000203	28-Sep-24	630073026540220	RATING 2016
19	Juwandi	OS	28-Mar-1980	Indonesia	F318680	15-Jan-23	6301585357340710	RATING 2016
20	Joy Almeni	TR OS	26-Apr-1991	Indonesia	F297775	12-Mar-24	6301655881340716	RATING 2016
21	Moh. Mangsur Hariyadi	Fitter	8-Oct-1995	Indonesia	C 4631592	27-Aug-24	6311906911340520	RATING 2020
22	Medro Andomo Sibayung	Other-1	13-Dec-1988	Indonesia	E 1277726	3-NOV-2024	6302087447420220	RATING 2021
23	Belman Sihombing	Other-2	27-May-1983	Indonesia	F 319467	3-Feb-23	6302087447420220	RATING 2020
24	Bambang Supriadi	Other-3	26-May-1992	Indonesia	F 176392	1-Mar-24	630165968420716	RATING 2016
25	Sipadli	Tr. Oiler	6-Oct-1970	Indonesia	F182272	21-Mar-23	6300061862420717	RATING 2017
26	Nur Muchamad Saefi	Ch Cook	17-May-1994	Indonesia	C 4631592	27-AUG-2024	6301661364850221	ANT-V
27	Riki Agung Muhammad	Messman	7-Aug-1986	Indonesia	P048965	19-Jan-23	6311800365011518	BST 2018
28	Muhammad Firdaus Sahputra	D/Cadet	30-Apr-1993	Indonesia	F303357	3-Feb-23	631200070010720	BST
29	Muh. Nur Beza Ariswara	E/Cadet	16-Nov-2000	Indonesia	G 094025	3-MAY-2024	6312014157010320	BST
30	Total Crews / Total Awak :							

MASTER
 Capt. Ashari

Lampiran 10 Crew List

Lampiran 11 Ship's Particulars

SHIP'S PARTICULARS													
NAME	SUCCESS CHALLENGER XXXVII			KEEL LAID	6-Jan-97			SATELLITE COMMUNICATION					
CALL SIGN	YGXD			LAUNCHED	19-Apr-97			E-MAIL	: SUCCESSCHALLENGERXXXVII@IPSIGNATURE3.NET				
FLAG	INDONESIA			DELIVERED	21-Aug-97			PHONE	: +6221 80861000 1				
PORT OF REGISTRY	JAKARTA			SHIPYARD	DAEWOO HEAVY INDUSTRIES LTD			SHIP PHONE	: 081283380443				
OFFICIAL NUMBER	2013 Pst No.8077/L			LAST NAME (2)	MARAN ALTAIR			MMSI	: 525 019 644				
IMO NUMBER	9147435			LAST NAME (1)	ASTRO ALTAIR			INM-C	: 452 502 694				
CLASS SOCIETY	RINA			P & I CLUB	GARD								
CLASS NOTATION					+AUT-UMS;MON-SHAFT;STAR-HULL;VCS								
OWNER'S					PT. ARMADA MARITIME OFFSHORE - JAKARTA - INDONESIA								
OPERATOR'S					PT. ARMADA BUMI PRATIWI LINES - JAKARTA - INDONESIA								
CHARTERER'S					PT. PERTAMINA EP SUKOWATI - INDONESIA								
SERVICE SPEED					CRUISING RANGE								
15.20 Knots					18,500 Nm								
TYPE OF FREEBOARD													
" A " TYPE ASSIGNED ON ICLL 1966													
LAST DRY DOCK													
21-Nov-14													
PRINCIPAL DIMENSIONS													
LOA	248.00 Mtr				PARALLEL BODY - BALLAST	112.50 Mtr							
LBP	238.00 Mtr				PARALLEL BODY - LADEN	133.70 Mtr							
BREADTH (Extreme)	43.00 Mtr												
DEPTH (Moulded)	19.80 Mtr												
DESIGN DRAFT (Moulded)	13.50 Mtr												
SCANTLING DRAFT (Mould)	13.50 Mtr												
HEIGHT (Keel to Top Mast)	47.46 Mtr												
BRIDGE FRONT - BOW	204.55 Mtr												
BRIDGE FRONT - STERN	43.45 Mtr												
BRIDGE FRONT - M'FOLD	79.60 Mtr												
TANK CAPACITIES (cbm)													
TONNAGE					CARGO TANKS (98 %)								
GROSS	A B S	SUEZ	B K I		COT 1PS	13090.80	GROUP 1	35050.80	WBTK (100 %)	F.P.Tk.	2307.90	HFO 1 P	520.40
NET	28,469	52,310	31,825		COT 2PS	19627.20	GROUP 2	39705.20	1P SBT	3714.30		HFO 1 S	520.40
LOAD LINE					COT 3PS	20183.20	GROUP 3	37339.20	1S SBT	3714.30		HFO 2 P	937.20
TROPICAL	6.036	13.801	101,152	118,462	COT 4PS	20175.00	TOTAL	112095.20	2P SBT	2929.60		HFO 2 S	1041.10
SUMMER	6.317	13.520	98,879	115,789	COT 5PS	20078.00	F.W Tanks 100%		2S SBT	2929.60		HFO SET	66.00
WINTER	6.598	13.239	96,206	113,116	COT 6PS	17156.00	FW Tank (P)	144.20	3P SBT	2773.90		HFO SER	66.00
LIGHT BALLAST	12.217	7.620	44,047	61,031	SLOP P	892.50	FW Tank (S)	190.40	3S SBT	2773.90		TOTAL	3151.10
IMO BALLAST	9.997	9.840	64,094	81,078	SLOP S	892.50	AP Tk.	46.20	4P SBT	2773.90		DOT	171.80
LIGHT SHIP	16,909.5	16,909.5	16,909.5	16,909.5	TOTAL	112095.20	TOTAL	380.80	4S SBT	2773.90		DO STO	41.80
TPC (Summer Draft)	95.12 Tonnes			305 mm	H. Level Alarm	95%	Level gauge (SAAB RADAR)	2.6	APT	1123.40		DO Srv	14.80
COMPLEMENT	30 Persons				Overfill Alarm	98%		1.3	TOTAL	27814.70		TOTAL	228.40
MACHINERY / PROPELLER / RUDDER					LIFE BOATS (2 Nos)								
MAIN ENGINE	B&W 5S70MC				2 X 35 Person								
M.C.R.	19,100 BHP x 91.0 RPM				Fully Closed Boat								
N.C.R.	17,190 BHP x 87.9 RPM (90 % MCR)				David arm by gravity								
CRITICAL REV.	47-56 RPM				LIFE RAFTS (3 Nos)								
AUX. BOILER	Aalborg AQ18, 25T/hr, 16bar (2 sets)				2 X Single Jib								
GENERATOR	Yanmar T240TSXL, 450V, 750kW, 60Hz				Type cylinder luffing								
EM'CY GENERATOR	4-Stroke Piston, 1 Unit				HOSE HANDLING CRANES								
PROPELLER	4 Blades, Fixed Pitch, Dia=8.00M; Pitch=5.88M				2 Unit = SWL 15 Ton, Outreach = 7.5 Mtr								
RUDDER	Semi-Balanced Spade type												
STEERING GEAR	Electro-Hydraulic, 2RAM- 4 CYL												
FW GEN. CAPACITY	30 Ton/day at NCR												
CARGO AND BALLAST PUMPING SYSTEM					MAX. LOADING RATE								
MAIN PUMPS	NO.	CAPACITY	HEAD	RPM	Total: 9000 m3/hr								
CARGO OIL PUMP	3	2,500 M3/Hr	125	1,540	Per m.fold: 3000 m3/hr								
STRIPPING PUMP	1	200 M3/Hr	125	30 STR	Per tank: 1500 m3/hr								
CARGO EDUCTOR	1	450 M3/Hr			Per Slop Tk : 500 m3/hr								
BALLAST PUMP No.1	1	3,000 M3/Hr	25	1,170	MAX. DISCHARGING RATE								
BALLAST PUMP No.2	1	1,500 M3/Hr	25	1,170	Per COP : 2500 m3/hr								
BALLAST EDUCTOR	1	300 M3/Hr			Total : 7500 m3/hr								
TANK CLEANING	26	60 M3/Hr		270 FT Mark I	Maximum Cargo Density :								
MACHINES	6	26 M3/Hr		Mini A (Slop Tk)	3.0 Kg/cm2								
IG / VAPOR EMISSION / VENTING					REDUCERS								
IG BLOWER CAPACITY (2 Sets)	9,400 M3/Hr				450-400 (18 X 16) 6								
MAST RISER CAPACITY	13,600 M3/Hr				450-300 (18 X 12) 3								
DECK SEAL CAPACITY	2,500 mmwg				450-250 (18 X 10) 3								
P/V VALVE PR/ VAC. SETTING	1,400 / -350 mmwg				450-200 (18 X 8) 3								
P/V BREAKER PR/VAC. SETTING	1,800 / -700 mmwg				450-150 (18 X 6) 2								
PIPELINE CAP. (M3)					FIRE FIGHTING SYSTEM								
TANKS	112.973				ENGINE ROOM					CO2			
P/ROOM	14.336				PUMP ROOM					FOAM			
DECK	56.364				CARGO/DK AREA					FOAM			
TOTAL	183.673				ACCOMMODATION					CO2, FOAM, DP			
MANIFOLD ARRANGEMENT (400 mm / Steel)													
Distance of cargo manifold to cargo manifold					2.50 Mtr								
Distance of cargo manifold to vpr. return manifold					2.00 Mtr								
Distance of manifolds to ship's rail					4.60 Mtr								
Distance of spill tray grating to centre of manifold					1.25 Mtr								
Distance of main deck to centre of manifold					81.00 Mtr								
Distance of main deck to top of rail					1.25 Mtr								
Distance of top of rail to centre of manifold					4.60 Mtr								
Distance of manifold to ship side					4.60 Mtr								
Distance of manifold from keel					20.10 Mtr								
Total Manifold per side					3.00 Pcs								

Lampiran 12 Data Riwayat Hidup Peneliti

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Muh. Nur Reza Arieswara
2. Tempat, Tanggal Lahir : Mamuju, 15 Juli 2000
3. N I T : 561911227296 T
4. Program Studi : Teknika
5. Agama : Islam
6. Alamat : Jl. Kurnia Komp. Putri Tama Permai 3 Blok 2
No. 12 RT005/RW003 Kel. Landasan Ulin Kec.
Liang Anggang Kota Banjarbaru Prov.
Kalimantan Selatan.
7. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Sumarno
 - b. Ibu : Tri Walsini
8. Riwayat Pendidikan
 - a. SDN 15 Golf Sulawesi Barat (2006-2012)
 - b. SMPN 2 Muara Teweh (2012-2016)
 - c. SMAN 4 Banjarbaru (2016-2019)
 - d. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang (2019-2024)
9. Pengalaman Praktik Laut
 - a. Nama Kapal : MT. Sc Challenger
 - b. Perusahaan : PT. Soechi Lines

