

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



SKRIPSI

**ANALISIS PENURUNAN KEVAKUMAN KONDENSOR
UTAMA TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP
DI KAPAL LNG/*CARRIER* GOLDEN ISAIA**

Oleh:

**ANGELINA LUMBANTORUAN
NRP. 565221593**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



**ANALISIS PENURUNAN KEVAKUMAN KONDENSOR
UTAMA TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP
DI KAPAL LNG/*CARRIER* GOLDEN ISAIA**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV**

Oleh:

**ANGELINA LUMBANTORUAN
NRP. 565221593**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026**

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama	: Angelina Lumbantoruan
NRP	: 565221593
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Penurunan Kevakuman Kondensor Utama Terhadap Performa Turbin Uap di Kapal LNG/CARRIER GOLDEN ISAIA

Jakarta, 06 Maret 2026
Penulis



Angelina Lumbantoruan

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	: Angelina Lumbantoruan
NRP	: 565221593
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Penurunan Kevakuman Kondensor Utama Terhadap Performa Turbin Uap di Kapal LNG/CARRIER GOLDEN ISAIA

Pembimbing Pendamping

Muhammad Nurdin, S.AP, M.AP, M.Mar.E.

Pembina Utama Muda (IV/c)

NIP. 19660217 199808 1 001

Jakarta, 06 Maret 2026

Pembimbing Pendamping

Ir. Junaidi, M.M.

Pembina Utama Madya (IV/d)

NIP. 19630814 199403 1 002

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19800605 200812 1 001

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	: Angelina Lumbantoruan
NRP	: 565221593
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Penurunan Kevakuman Kondensor Utama Terhadap Performa Turbin Uap di Kapal LNG/CARRIER GOLDEN ISAIA

Ketua Penguji

Pargaulan Dwikora Simanjuntak, M.M.
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19640906 199903 1 001

Anggota Penguji

H. Kamarul Hidayat, S.Pel., M.M.Tr.
Pembina (IV/a)
NIP. 19710919 199803 1 001

Anggota Penguji

Muhammad Nurdin, S.AP, M.AP, M.Mar.E.
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19660217 199808 1 001

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya, sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini tepat waktu dengan judul:

"ANALISIS PENURUNAN KEVAKUMAN KONDENSOR UTAMA TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP DI KAPAL LNG/ *CARRIER GOLDEN* ISAIA"

Skripsi ini disusun dan diajukan oleh saya sebagai salah satu syarat untuk menuntaskan Program Pendidikan Diploma IV yang diselenggarakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta. Dalam skripsi ini, saya menjelaskan hasil observasi dan penelitian yang dilakukan selamapraktik di atas kapal Golden Isaia, khususnya mengenai masalah teknis pada sistem Kondensor Utama yang berdampak pada kinerja *Main Turbine*.

Saya berharap bahwa skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang berguna bagi pengembangan pengetahuan di kalangan civitas akademika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta dan dunia maritim secara keseluruhan.

Dalam kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih yang tulus atas bantuan, dukungan, doa, dan bimbingan dari berbagai pihak, antara lain kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M. H., M. Mar., sebagai Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Bapak Dr. Markus Yando, S.Si.T, M.M. yang menjabat sebagai Ketua Jurusan Teknik.
3. Bapak Muhammad Nurdin, S.AP,M.AP,M.Mar.E. yang bersedia sebagai Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam proses penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Junaidi, M.M. sebagai Dosen Pembimbing Pendamping yang telah dengan sabar mendampingi saya hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Bapak Pargaulan Dwikora Simanjuntak, M.M. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang membantu saya juga dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Kepada seluruh staf pengajar dan dosen Program Studi Teknik di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan kepada

penulis selama masa perkuliahan.

7. Kepada orang tua yang saya cintai Alm. Bapak Pardamean Lumbantoruan, S.Pd. Ibu saya tercinta Lisbert Siahaan, S.Ak. yang telah membesarkan, merawat, dan selalu memberi semangat serta motivasi kepada penulis sampai saat ini. Terkhusus ucapan terima kasih untuk Ibu saya telah mengingatkan anak-anaknya untuk tetap berusaha dan berdoa dan juga untuk abang saya Boy Roy Martin Lumbantoruan, S.Pd., Leonardo Lumbantoruan, S.Pd., Feliks Parlindungan Lumbantoruan, S.T., dan adik saya Sri Rezeki Lumbantoruan, S.Pd., Hamonangan Lumbantoruan, Jhon Stiven Lumbantoruan yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan baik secara moril maupun materil selama proses pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran. Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bentuk pengorbanan, kesabaran, serta kasih sayang yang telah diberikan sejak penulis masih kecil hingga dalam proses penyusunan skripsi ini.
8. Semua perwira anggota kru kapal Golden Isaia dan manajemen PT. Equinox Bahari Utama yang telah memberikan informasi serta dukungan selama praktik dan pengumpulan data.
9. Kepada *Chief Engineer* saya, Chief Syafdinur Mahyudin, dan Ibu Indira Shinta Farahdiba, yang telah menjadi penyemangat sekaligus pembimbing bagi saya. Terima kasih atas segala ilmu, arahan, dan pengalaman yang diberikan selama saya melaksanakan praktik di kapal, serta atas bimbingan dan dukungan dalam proses penyusunan skripsi ini. Kehadiran Bapak dan Ibu sebagai sosok yang membimbing layaknya orang tua sangat berarti dalam perjalanan akademik dan profesional saya.
10. Kepada *Second Engineer* saya, Bass Barnes Pangaribuan, terima kasih atas bantuan, bimbingan, dan pengalaman yang diberikan selama saya menjalani praktik di kapal. Dari Beliau, saya belajar untuk menjadi pribadi yang lebih tangguh, tidak mudah menyerah, serta terus berusaha mandiri dalam menghadapi tantangan. Segala motivasi dan pembelajaran tersebut menjadi bagian penting dalam proses pembentukan karakter saya sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini.
11. Sahabat saya Desy Octavia Hutasoit, Triarta Handayani Gultom, dan Sartika Oktavia Sihombing yang selalu menjadi tempat berbagi keluh kesah saya.
12. Teman-teman Angkatan LXV, teman-teman jurusan Teknika dan anak kamar N-

102 (Aisyah, Anindya, Desy, Gung Dwi, Gung Sri, Hari, Maharani, Mutiara, Natih, Salina). Terima kasih atas semua kenangan indah yang telah terukir bersama.

13. Semua pihak yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, khususnya team Siantar.
14. Sebelum mengakhiri penulisan ini, penulis teringat sebuah ungkapan bahwa tidak semua orang memulai dari garis yang sama, tetapi setiap orang diberi kesempatan yang sama untuk berjuang. Sebagian mungkin lahir dengan kemudahan, namun sebagian lainnya dianugerahi keteguhan hati dan kekuatan untuk bertahan dalam proses yang panjang. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada diri sendiri, Angelina Lumbantoruan. Terima kasih telah bertahan hingga titik ini. Terima kasih karena tidak memilih menyerah meskipun lelah sering datang dan hasil belum selalu sesuai harapan. Terima kasih telah tetap melangkah, walau perlahan dan tetap percaya bahwa setiap usaha memiliki maknanya sendiri. Apa pun kekurangan dan kelebihan yang ada, hari ini layak untuk disyukuri sebagai bagian dari perjalanan.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dalam penyusunan kalimat dan isi materi, akibat dari keterbatasan pengetahuan dan pengalaman saya. Oleh karena itu, saya dengan rendah hati mengharapkan saran dan kritik konstruktif untuk perbaikan di masa mendatang.

Sebagai penutup, saya berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca yang terlibat dalam dunia maritim.

Jakarta, 06 Maret 2026

Penulis

ANGELINA LUMBANTORUAN

NRP: 565221593

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
TANDA PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
ABSTRAK.....	xxiii
ABSTRACT	xxiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH.....	3
C. BATASAN MASALAH	4
D. RUMUSAN MASALAH.....	4
E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	4
F. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II LANDASAN TEORI	8
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
B. PENELITIAN TERDAHULU	30
C. KERANGKA PEMIKIRAN	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	37
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.....	37
B. METODE PENDEKATAN.....	38

C. SUMBER DATA	39
D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA.....	40
E. POPULASI SAMPEL DAN TEKNIK SAMPLING	41
F. TEKNIK ANALISIS DATA.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A. DESKRIPSI DATA.....	43
B. ANALISIS DATA.....	46
B. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH	61
C. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH.....	69
D. PEMECAHAN MASALAH	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	80
A. KESIMPULAN	80
B. SARAN	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pipa Pancar.....	10.
Gambar 2. 2 Skema Siklus Rankine Ideal Sederhana.....	12.
Gambar 2. 3 <i>Tube</i> Kondensor Utama Tampak Depan, Belakang.....	13.
Gambar 2. 4 <i>Tube</i> Kondensor Utama Akibat Kotoran (<i>Fouling</i>).....	14.
Gambar 2. 5 <i>Surface Condenser</i>	18.
Gambar 2. 6 <i>Direct Contact Condenser</i>	19.
Gambar 2. 7 <i>Main Sea Water Circulating Pump</i>	20.
Gambar 2. 8 Siklus Sistem Pendingin Terbuka.....	24.
Gambar 2. 9. <i>Vacuum Pump</i> (Pompa Vakum).....	25.
Gambar 4. 1. <i>Tube</i> Kondensor Utama yang kotor	49.
Gambar 4. 2. <i>Sea Chest</i>	50.
Gambar 4. 3. <i>Scoop</i>	52.
Gambar 4. 4. Kebocoran <i>Seal</i> atau <i>Mechanical Seal</i>	54.
Gambar 4. 5. <i>Impeller</i>	55.
Gambar 4. 6. <i>Pump Casing</i>	56.
Gambar 4. 7. <i>Shaft</i>	57.
Gambar 4. 8. <i>Bearing</i>	58.
Gambar 4. 9. <i>Mechanical Seal</i>	58.
Gambar 4. 10. <i>Tube</i> Pompa Vakum.....	60.
Gambar 4. 11. Gasket Pompa Vakum.....	61.
Gambar 4. 12. Anoda CU (<i>Copper</i>).....	64.
Gambar 4. 13. Anoda AL (Aluminium)	65.
Gambar 4. 14. <i>Overhaul Main Sea Water Circulating Pump</i>	66.
Gambar 4. 15. <i>Tube Cooler</i> dan <i>Filter</i> Pompa Vakum yang sudah dibersihkan.....	68.
Gambar 4. 16 <i>Tube</i> Kondensor Utama yang sudah dibersihkan.....	78.
Gambar 4. 17 <i>Overhaul</i> Pompa Vakum.....	79.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu	30.
--	-----

DAFTAR SINGKATAN

No.	Singkatan	Kepanjangan
1	A.B.S./ABS	American Bureau of Shipping
2	ABK	Anak Buah Kapal
3	ACCU	Automatic Centralized Control Unmanned
4	AL	Aluminium
5	ASME	American Society of Mechanical Engineers
6	BHD	Berhad
7	BOG	Boil-Off Gas
8	Co.	Company
9	CU	Copper
10	ECR	Engine Control Room
11	FL40	Fatigue Life 40
12	HP	Horse Power
13	IAS	Integrated Automation System
14	IMO	International Maritime Organization
15	kPaA	Kilopascal Absolute
16	kW/KW	Kilowatt
17	LNG	Liquefied Natural Gas
18	LP	Low Pressure
19	Ltd.	Limited
20	MGPS	Marine Growth Protection System
21	mmHg	Millimeter of Mercury
22	m ³ /h	Meter Kubik per Jam
23	MT	Motor Tanker
24	NIBS	Navigational Integrated Bridge System
25	No.	Number
26	PMS	Planned Maintenance System
27	PLN	Perusahaan Listrik Negara
28	PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
29	PT	Perseroan Terbatas

30	rpm/RPM	Revolution per Minute
31	SCHM/SHCM	SafeHull Construction Monitoring
32	SH-DLA	SafeHull-Dynamic Loading Approach
33	SLPH75330+SGPV5313W	Kode model pompa vakum
34	SOP	Standard Operating Procedure / Standar Operasional Prosedur
35	TCM	Tailshaft Condition Monitoring
36	Tbk.	Terbuka
37	UA	Kode tipe turbin propulsi Kawasaki
38	V	Volt
39	VKK	VKK Standard Kessel Köthen GmbH
40	WS001F, WS002F, WS010F, WS014F, WS107F, WS108F	Kode valve sistem air laut
41	YDVA2	Call sign kapal

DAFTAR ISTILAH

No.	Istilah	Definisi/Keterangan dalam Konteks Skripsi
1	ABK (Anak Buah Kapal)	Seluruh awak kapal yang menjalankan tugas operasional di atas kapal. Dalam skripsi ini, ABK mesin berperan dalam pengoperasian, pemeriksaan, dan perawatan sistem kondensor utama serta pompa vakum.
2	Abnormal Alarm	Alarm yang muncul ketika parameter operasi berada di luar batas normal. Pada skripsi ini, alarm muncul saat temperatur dan kevakuman kondensor menunjukkan gejala tidak normal.
3	Air Ejector	Peralatan bantu yang membantu mengeluarkan udara atau gas tidak terkondensasi dari sistem vakum. Komponen ini mendukung kerja pompa vakum agar kevakuman kondensor tetap stabil.
4	Air Ingress	Masuknya udara dari luar ke dalam sistem yang seharusnya berada dalam kondisi vakum. Kondisi ini dapat menurunkan tingkat kevakuman kondensor dan mengganggu proses kondensasi.
5	Air Laut Pendingin	Air laut yang digunakan sebagai media pendingin untuk menyerap panas dari uap bekas turbin di dalam kondensor utama.
6	Auxiliary Condenser	Kondensor bantu yang menerima uap atau drain dari peralatan pendukung ketika kondensor utama tidak digunakan atau saat sistem tertentu membutuhkan proses kondensasi terpisah.
7	Auxiliary Sea Water Circulating Pump	Pompa sirkulasi air laut bantu yang berfungsi sebagai cadangan atau pendukung main sea water circulating pump dalam menyuplai air laut ke sistem pendingin.
8	Back Pressure	Tekanan balik pada sisi keluaran turbin. Jika vakum kondensor menurun, back pressure meningkat dan efisiensi kerja turbin uap ikut turun.
9	Backwash	Metode pembersihan dengan membalik arah aliran air pendingin untuk mendorong keluar kotoran, endapan, atau biota laut yang menyumbat tube kondensor.
10	Balancing Line	Pipa kecil pada sisi isap pompa kondensat yang berfungsi menyeimbangkan tekanan antara pompa dan kondensor, sekaligus membantu mencegah flashing dan cavitation.
11	Bearing	Bantalan yang menopang poros pompa atau turbin agar putaran tetap stabil. Bearing yang aus dapat menimbulkan getaran dan menurunkan performa peralatan.
12	Biota Laut	Organisme laut yang dapat ikut terbawa aliran air

		laut menuju sea chest, strainer, atau tube kondensor. Jika menumpuk, biota laut dapat menghambat aliran pendingin.
13	Boil-Off Gas (BOG)	Gas yang menguap dari muatan LNG akibat masuknya panas dari lingkungan. Pada kapal LNG, BOG dapat dimanfaatkan sebagai bagian dari sistem propulsi uap.
14	Boiler	Ketel uap yang memanaskan air hingga menjadi uap bertekanan. Uap dari boiler digunakan untuk menggerakkan turbin uap dan peralatan bantu lainnya.
15	Cascade Tank	Tangki penampung air kondensat yang berada di bawah kondensor atau berkaitan dengan hotwell. Air kondensat kemudian dialirkan kembali ke sistem ketel.
16	Cavitation	Kerusakan akibat terbentuk dan pecahnya gelembung uap pada area bertekanan rendah di dalam pompa. Cavitation dapat merusak impeller dan menurunkan kapasitas pompa.
17	Circulating Pump	Pompa sirkulasi yang mengalirkan air laut sebagai media pendingin ke kondensor atau sistem permesinan lain di kapal.
18	Condensate Pump	Pompa yang memindahkan air kondensat dari hotwell menuju sistem lanjutan seperti heater, deaerator, atau feed water system.
19	Cooling Water	Fluida pendingin yang digunakan untuk menyerap panas dari uap atau peralatan mesin. Dalam skripsi ini, cooling water terutama berupa air laut.
20	Corrosion Fouling	Jenis fouling yang terbentuk akibat reaksi korosi antara fluida kerja dan material permukaan perpindahan panas.
21	Deaerator	Peralatan yang berfungsi menghilangkan gas terlarut, terutama oksigen, dari air kondensat sebelum air tersebut masuk kembali ke boiler.
22	Debit Pendingin	Jumlah aliran air pendingin yang melewati sistem dalam satuan waktu. Debit yang menurun membuat proses pendinginan dan kondensasi menjadi tidak optimal.
23	Differential Pressure	Selisih tekanan antara sisi masuk dan sisi keluar suatu peralatan, misalnya kondensor. Nilai ini dapat menjadi indikasi adanya sumbatan atau fouling.
24	Direct Contact Condenser	Kondensor yang mengondensasikan uap melalui kontak langsung antara uap dan air pendingin. Jenis ini berbeda dari surface condenser yang memisahkan uap dan air pendingin melalui tube.
25	Downtime	Waktu ketika peralatan tidak dapat beroperasi karena perawatan, kerusakan, pembongkaran, atau

		perbaikan.
26	ECR (Engine Control Room)	Ruang kendali mesin tempat kru memantau parameter operasi permesinan kapal, termasuk main turbine, kondensor utama, dan pompa vakum.
27	Eductive Effect	Efek hisap yang timbul akibat perbedaan tekanan antara sisi masuk dan sisi keluar pada sistem scoop, sehingga air laut dapat mengalir melewati kondensor tanpa bantuan pompa.
28	Efisiensi Termal	Tingkat kemampuan sistem dalam mengubah energi panas menjadi energi kerja. Efisiensi termal turbin dipengaruhi oleh kestabilan vakum kondensor.
29	Engine Telegraph	Alat komunikasi perintah gerak kapal dari anjungan ke ruang mesin, misalnya perintah dead slow ahead saat persiapan pengoperasian main turbine.
30	Exhaust Steam	Uap bekas dari turbin setelah melakukan kerja. Uap ini harus dikondensasikan di kondensor agar dapat menjadi air kondensat dan digunakan kembali.
31	Feed Water Pump	Pompa yang mengalirkan air pengisi dari sistem kondensat menuju boiler agar siklus uap dapat terus berlangsung.
32	Flashing	Peristiwa ketika air berubah menjadi uap secara tiba-tiba akibat tekanan yang terlalu rendah. Pada pompa kondensat, flashing dapat memicu steam pocket dan cavitation.
33	Fouling	Penumpukan kotoran, kerak, sedimen, organisme, atau hasil korosi pada permukaan perpindahan panas. Fouling menghambat aliran air laut dan menurunkan efisiensi kondensor.
34	Gasket	Komponen penyekat yang mencegah kebocoran pada sambungan peralatan atau pipa. Gasket yang rusak dapat menyebabkan kebocoran fluida atau masuknya udara.
35	Gland Condenser	Peralatan yang mengondensasikan uap dari sistem gland seal dan membantu menjaga efisiensi sistem kondensat.
36	Heat Exchanger	Alat penukar panas yang memindahkan panas dari satu fluida ke fluida lain. Kondensor utama termasuk heat exchanger karena memindahkan panas uap ke air laut pendingin.
37	Hotwell	Bagian bawah kondensor yang menampung air kondensat hasil kondensasi uap bekas turbin sebelum dipompa kembali ke sistem.
38	Hotwell Temperature High	Kondisi temperatur hotwell berada di atas batas normal. Gejala ini menunjukkan proses kondensasi tidak berlangsung efektif.
39	Impeller	Baling-baling di dalam pompa yang mengubah energi mekanik menjadi energi aliran fluida.

		Kerusakan atau keausan impeller dapat menurunkan kapasitas hisap dan tekanan pompa.
40	Inlet	Sisi masuk aliran fluida ke suatu peralatan, seperti inlet kondensor, inlet pompa, atau inlet scoop.
41	Instruction Manual Book	Buku petunjuk teknis dari pabrikan yang menjadi acuan pengoperasian, pemeriksaan, perawatan, dan perbaikan peralatan di kapal.
42	Kevakuman Kondensor	Kondisi tekanan rendah di dalam kondensor yang memungkinkan uap bekas turbin mengalir dan terkondensasi dengan baik. Kevakuman yang turun berdampak pada kinerja turbin.
43	Kondensasi	Proses perubahan uap menjadi air akibat pelepasan panas. Dalam sistem turbin uap, kondensasi terjadi di kondensor utama dengan bantuan air laut pendingin.
44	Kondensat	Air hasil perubahan uap setelah mengalami proses kondensasi. Kondensat dikumpulkan di hotwell dan dipompa kembali menuju sistem boiler.
45	Kondensor Utama	Komponen utama pada sistem turbin uap yang mengubah uap bekas menjadi air kondensat dan menjaga tekanan rendah pada sisi keluaran turbin.
46	Kriogenik	Kondisi bersuhu sangat rendah. Dalam konteks LNG, gas alam berada dalam bentuk cair pada suhu sekitar minus 162 derajat Celsius.
47	Liquid Ring Vacuum Pump	Jenis pompa vakum yang menggunakan cincin cairan sebagai media penyekat dan pembentuk ruang hisap. Pompa ini digunakan untuk mengeluarkan gas tidak terkondensasi dari kondensor.
48	LNG (Liquefied Natural Gas)	Gas alam cair yang disimpan pada suhu sangat rendah sehingga berubah menjadi cair dan dapat diangkut menggunakan kapal khusus.
49	LNG Carrier	Kapal khusus pengangkut LNG yang dilengkapi sistem penyimpanan muatan kriogenik dan sistem permesinan pendukung keselamatan pengangkutan gas alam cair.
50	Low Pressure Casing	Bagian casing turbin tekanan rendah. Kenaikan temperatur pada bagian ini dapat menjadi tanda terganggunya proses kondensasi di kondensor.
51	Main Boiler	Boiler utama pada kapal yang menghasilkan uap untuk menggerakkan main turbine dan peralatan lain dalam sistem propulsi uap.
52	Main Condensate Pump	Pompa utama yang mengisap kondensat dari hotwell dan mengalirkannya menuju rangkaian sistem kondensat hingga deaerator.
53	Main Condenser Sea Water Outlet Temperature	Temperatur air laut pendingin pada sisi keluar kondensor utama. Kenaikan temperatur ini dapat menunjukkan perpindahan panas yang terganggu

		atau aliran pendingin yang tidak memadai.
54	Main Sea Water Circulating Pump	Pompa utama yang memasok air laut sebagai media pendingin ke main condenser dan sistem pendingin terkait.
55	Main Turbine	Turbin utama kapal yang mengubah energi uap menjadi putaran poros untuk mendukung sistem propulsi kapal.
56	Main Turbine Auto Slowdown	Perlambatan otomatis pada main turbine sebagai respons proteksi ketika parameter operasi tidak aman, misalnya akibat penurunan vakum kondensor.
57	Mechanical Seal	Penyekat mekanis pada pompa yang mencegah kebocoran fluida dan masuknya udara ke dalam sistem. Kerusakan mechanical seal dapat mengganggu performa pompa.
58	MGPS (Marine Growth Protection System)	Sistem yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan organisme laut pada sea chest, scoop, dan jalur air laut pendingin.
59	Non-Condensable Gas	Gas yang tidak dapat berubah menjadi cair pada kondisi operasi kondensor, misalnya udara. Gas ini harus dikeluarkan agar vakum kondensor tetap tinggi.
60	Outlet	Sisi keluar aliran fluida dari suatu peralatan, seperti outlet air laut kondensor atau outlet pompa.
61	Overhaul	Pembongkaran dan pemeriksaan menyeluruh terhadap peralatan untuk membersihkan, memperbaiki, atau mengganti komponen yang mengalami kerusakan.
62	Planned Maintenance System (PMS)	Sistem perawatan terencana yang mengatur jadwal pemeriksaan dan perawatan peralatan kapal agar performanya tetap optimal.
63	Pompa Vakum	Pompa yang mengeluarkan udara dan gas tidak terkondensasi dari kondensor utama untuk menjaga kondisi vakum.
64	Pressure Drop	Penurunan tekanan yang terjadi ketika fluida melewati pipa, tube, strainer, valve, atau peralatan lain. Pressure drop yang besar dapat menandakan hambatan aliran.
65	Rotor	Bagian turbin yang berputar dan menerima energi dari aliran uap untuk menghasilkan putaran poros.
66	Scoop Cooling System	Sistem pendinginan yang memanfaatkan gerakan kapal dan bentuk scoop untuk mengalirkan air laut ke kondensor tanpa bantuan pompa pada kondisi tertentu.
67	Scoop Inlet Valve	Katup pada sisi masuk sistem scoop yang mengatur aliran air laut dari scoop menuju kondensor utama.
68	Sea Chest	Ruang atau lubang pada lambung kapal yang menjadi jalur masuk air laut ke sistem perpipaan

		kapal, termasuk sistem pendingin kondensor.
69	Sealing Liquid	Cairan penyekat pada liquid ring vacuum pump yang membentuk cincin cairan dan membantu proses hisap serta kompresi gas.
70	Separator Tank	Tangki pemisah yang memisahkan gas buang dari cairan penyekat pada sistem pompa vakum, sehingga cairan dapat didinginkan dan digunakan kembali.
71	Shaft Sleeve	Selongsong pelindung poros pompa yang mengurangi keausan pada area yang bersentuhan dengan seal atau fluida.
72	Shell and Tube Condenser	Jenis kondensor yang menggunakan tube sebagai jalur air pendingin dan shell sebagai ruang uap, sehingga perpindahan panas berlangsung melalui dinding tube.
73	SOP (Standard Operating Procedure)	Prosedur kerja standar yang menjadi pedoman pelaksanaan pengoperasian dan perawatan peralatan, termasuk main turbine dan sistem kondensor.
74	Stator	Bagian turbin yang diam dan berfungsi mengarahkan aliran uap menuju sudu gerak pada rotor.
75	Steam Line	Jalur pipa yang menyalurkan uap dalam sistem turbin. Kebocoran pada steam line menuju kondensor dapat memengaruhi kondisi operasi kondensor.
76	Steam Pocket	Kantong uap yang terbentuk di dalam pompa atau jalur aliran akibat tekanan rendah atau flashing. Kondisi ini dapat memicu cavitation dan mengganggu aliran.
77	Strainer	Saringan yang menahan sampah, lumpur, biota laut, atau benda asing agar tidak masuk ke pompa dan tube kondensor.
78	Surface Condenser	Kondensor yang mengondensasikan uap tanpa mencampurkan uap dengan air pendingin. Perpindahan panas terjadi melalui permukaan tube.
79	Tube Condenser	Pipa-pipa kecil di dalam kondensor yang dilalui air laut pendingin. Tube yang tersumbat akan menurunkan perpindahan panas dan menyebabkan vakum kondensor turun.
80	Turbin Aksi	Jenis turbin yang memperoleh gaya putar dari semburan uap berkecepatan tinggi, dengan tekanan uap relatif tetap saat melewati sudu gerak.
81	Turbin Reaksi	Jenis turbin yang menghasilkan putaran melalui kombinasi gaya aksi dan reaksi akibat perubahan tekanan uap di sepanjang sudu.
82	Turbin Uap	Mesin penggerak yang mengubah energi potensial

		dan energi kinetik uap menjadi energi mekanik berupa putaran poros.
83	Turbine Generator	Turbin uap yang digunakan untuk menggerakkan generator listrik di kapal.
84	Turbine Trip	Kondisi ketika turbin berhenti secara otomatis karena sistem proteksi mendeteksi gangguan operasi yang berisiko.
85	Uap Bekas	Uap yang telah digunakan untuk memutar turbin dan kemudian dialirkan menuju kondensor untuk dikondensasikan menjadi air.
86	Vakum	Kondisi tekanan udara yang lebih rendah daripada tekanan atmosfer. Pada kondensor, vakum dibutuhkan agar uap bekas turbin mudah mengalir dan terkondensasi.
87	Valve	Katup yang mengatur buka tutup aliran fluida pada pipa atau sistem permesinan. Pembukaan valve yang tidak tepat dapat mengurangi tekanan atau debit aliran.
88	Water Seal	Segel air yang membantu mencegah udara masuk ke sistem bertekanan rendah dan menjaga kestabilan operasi pompa atau kondensor.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Ship Particular</i> kapal LNG/ <i>Carrier</i> Golden Isaia.....	84.
Lampiran 2. <i>Main and Auxiliary Sea Water Circulating Pump</i>	86.
Lampiran 3. Dokumentasi <i>Overhaul Main Sea Water Circulating Pump</i>	87.
Lampiran 4. Dokumentasi <i>Overhaul Main Turbine</i>	89.
Lampiran 5. Dokumentasi <i>Overhaul</i> MGPS.....	91.
Lampiran 6. Dokumentasi <i>Overhaul Main Condenser</i> (Kondensor Utama).....	93.
Lampiran 7. Dokumentasi Sebelum dan Sesudah dibersihkan Kondensor Utama.....	94.
Lampiran 8. <i>Crewlist</i> Kapal LNG/ <i>Carrier</i> Golden Isaia.....	95.
Lampiran 9. Mutasi Naik.....	96.
Lampiran 10. Kapal LNG/ <i>Carrier</i> Golden Isaia	97.
Lampiran 11. Dokumentasi Kapal pada saat <i>Docking</i>	98.
Lampiran 12. Dokumentasi.....	99.
Lampiran 13. Catatan Lapangan Hasil Wawancara Narasumber 1	102.
Lampiran 14. Catatan Lapangan Hasil Wawancara Narasumber 2	108.
Lampiran 15. Catatan Lapangan Hasil Wawancara Narasumber 3	113.
Lampiran 16. <i>Butterfly Valve for Scoop</i>	119.
Lampiran 17 <i>Standart Operasional Procedure</i> (SOP) <i>Main Condenser</i>	120.
Lampiran 18 <i>Superheated Steam System</i>	121.
Lampiran 19 <i>Desuperheated Steam System</i>	122.
Lampiran 20 <i>Condenser Vacuum Pump</i>	123.
Lampiran 21 <i>Main and Auxiliary Condensate System</i>	124.

ABSTRAK

Lumbantoruan, Angelina. 565221593. 2026. “Analisa Penurunan Kevakuman Kondensor Utama untuk Turbin Uap di Kapal LNG Carrier Golden Isaia”

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan penurunan kevakuman pada kondensor utama, pengaruh dari penurunan tersebut terhadap sistem, serta langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengurangi masalah kevakuman di kondensor utama.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif dengan pendekatan eksploratif untuk menggambarkan fenomena yang terjadi. Fenomena yang diteliti adalah penurunan kevakuman pada kondensor utama, yang memiliki dampak signifikan terhadap kinerja turbin utama. Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya penurunan kevakuman ini antara lain kebocoran udara dalam sistem, kinerja *vacuum pump* yang tidak optimal, tekanan dan suhu air pendingin kondensor, serta kesalahan dalam operasional. Penurunan kevakuman ini dapat mengakibatkan gangguan dalam sistem uap utama dan kondisi gagal (*auto slowdown*) pada turbin utama. Untuk mengatasi masalah ini, perlu dilakukan pemeliharaan sistem dan memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan saat beroperasi.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penurunan kevakuman disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kebocoran steam line yang masuk ke dalam sistem kondensor utama, performa vacuum pump yang kurang baik, adanya penurunan jumlah air laut pendingin pada kondensor utama, peningkatan suhu air pendingin yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, serta kesalahan dalam pengoperasian turbo generator.

Kata Kunci: *pengaruh, kevakuman di dalam main condenser, vacuum pump, circulating pump, main steam, terhadap main turbin*

ABSTRACT

Lumbantoruan, Angelina. 565221593. 2026. “Analysis of Main Condenser Vacuum Drop for Steam Turbines on the LNG Carrier Golden Isaia”

The aim of this study is to identify the factors causing a decrease in vacuum in the main condenser, the impact of this decrease on the system, and the steps that can be taken to mitigate vacuum problems in the main condenser. The method used in this study is descriptive qualitative with an exploratory approach to describe the phenomena occurring. The phenomenon being studied is the decrease in vacuum in the main condenser, which has a significant impact on the performance of the main turbine. Several factors influencing this decrease in vacuum include air leakage in the system, suboptimal performance of the vacuum pump, the pressure and temperature of the condenser cooling water, and operational errors. This decrease in vacuum can cause disruptions in the main steam system and result in a failure condition (auto slowdown) in the main turbine. To address this issue, system maintenance is necessary, and the likelihood of operational errors should be minimized. Based on the research results, it can be concluded that the decrease in vacuum is caused by various factors, such as steam line leaks entering the main condenser system, poor performance of the vacuum pump, a reduction in the amount of cooling seawater in the main condenser, an increase in cooling water temperature influenced by environmental conditions, and errors in the operation of the turbo generator.

Keywords: *the effect of vacuum in the main condenser, vacuum pump, circulating pump, main steam, on the main turbine*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Gas Alam Cair atau LNG (*Liquid Natural Gas*) adalah gas yang berada dalam bentuk cair pada suhu -162°C dan keadaan ini dikenal sebagai kondisi *kriogenik*. Istilah *kriogenik* berasal dari bahasa Yunani, di mana "*kryos*" berarti dingin atau beku, sementara "*genes*" berarti membentuk atau memproduksi. Pada zaman sekarang, pengangkutan LNG sering dilakukan menggunakan kapal karena lebih efektif dalam mengirim gas ke negara tujuan, memberikan fleksibilitas dalam pengiriman, serta memungkinkan distribusi muatan antar pelabuhan dengan tujuan yang aman, efisien, dan tepat waktu. Tentunya, hal ini harus didukung oleh armada kapal yang prima dan tenaga kerja yang profesional serta terlatih dalam bidangnya masing-masing.

Gas alam cair menjadi sumber energi yang semakin penting untuk memenuhi kebutuhan global yang terus bertambah. Sebagai negara penghasil LNG terbesar di dunia, Indonesia memiliki peran penting dalam mendukung kebutuhan energi. Beberapa daerah seperti Arun, Bontang dan Tangguh telah menjadi pusat produksi LNG yang dikirim ke berbagai negara menggunakan kapal khusus. Untuk memastikan keselamatan dan efisiensi pengangkutan kapal LNG dirancang dengan sistem propulsi uap yang memanfaatkan *Boil-Off Gas* dari muatan LNG.

Misalnya, Kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia berfungsi sebagai pengangkut gas alam cair. Kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia dilengkapi dengan mesin utama berupa turbin. Dalam instalasi turbin uap pada kapal terdapat komponen yang dikenal sebagai kondensor. Pada sistem turbin uap, uap yang dihasilkan dari boiler akan digunakan oleh *turbine generator*, *main turbine*, dan *feed water pump* yang memiliki tekanan 60 bar, hingga pada akhirnya uap bekas akan masuk ke dalam kondensor. Kondensor merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah uap yang sudah tidak terpakai menjadi air kondensat melalui proses pendinginan.

Dalam instalasi di kapal yang menggunakan turbin uap sebagai sumber tenaga utama, kondensor ini berperan penting dalam mengondensasikan uap sisa yang dihasilkan oleh turbin uap. Uap yang telah mengalami proses kondensasi (air kondensat) akan dialirkan kembali untuk digunakan sebagai air pengisi ketel. Kondensor dalam sistem turbin uap harus beroperasi dalam keadaan vakum agar aliran uap dapat berjalan lancar setelah digunakan untuk memutar sudu turbin, sehingga tidak terjadi tekanan balik (*back pressure*). Keadaan vakum ini berfungsi untuk menghisap uap bekas.

Namun, tingkat kevakuman di kondensor utama bisa menurun karena berbagai faktor yang dapat mengakibatkan gangguan pada kinerja turbin uap, misalnya penurunan tekanan pada sistem air pendingin kondensor, kebocoran *steam line* menuju kondensor utama, performansi pompa vakum menurun dan terjadinya kebocoran udara pada bagian sistem instalasi turbin uap, sehingga penting untuk mempertahankan kondisi vakum yang memadai. Uap tersebut dikondensasikan dengan mendinginkannya menggunakan air laut dan air hasil kondensasi itu akan dikumpulkan di sebuah tempat di bawah kondensor yaitu *hot well* atau yang biasa kita kenal dengan sebutan *cascade tank*. Air kondensasi akan dipompa kembali ke boiler untuk digunakan menjadi uap lagi, sehingga proses ini akan berlangsung terus menerus. Jika vakum menurun, tekanan balik pada turbin akan meningkat dan membuat efisiensi turbin berkurang. Keadaan ini tidak hanya berdampak pada kinerja mesin penggerak tetapi juga memengaruhi kelangsungan operasi kapal secara keseluruhan.

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif untuk menggali lebih dalam mengenai fenomena penurunan vakum di kondensor utama yang sering terjadi pada kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia dimana saat kapal berlayar mengalami penurunan kevakuman pada kondensor utama. Sehingga penulis tertarik untuk menyelidiki dampak penurunan kevakuman kondensor utama terhadap turbin utama yang dimulai dari pengalaman praktik laut kurang lebih satu tahun sejak Agustus 2024 sampai Agustus 2025. Dengan menggunakan wawancara, observasi, dan studi dokumentasi, penelitian ini bertujuan untuk memahami faktor penyebab, dampak operasional serta strategi penanganan yang diterapkan oleh awak kapal. Diharapkan bahwa hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang teknik pemesinan kapal, serta memberikan wawasan praktis bagi awak kapal

khususnya ABK (Anak Buah Kapal) mesin dan teknisi pada umumnya dalam menjaga kinerja sistem uap yang berkelanjutan. Penulis tertarik untuk menyelidiki dampak kondensor terhadap turbin karena dari pengalaman yang ada mengindikasikan bahwa penurunan vakum kondensor dapat berakibat pada menurunnya daya kerja turbin uap dan dapat menyebabkan kerusakan pada komponen lainnya. Dengan kondisi vakum kondensor yang baik, turbin dapat beroperasi dengan normal. Vakum di dalam kondensor dapat menurun karena berbagai hal, sehingga dapat mengganggu operasi turbin, turbin sangat penting untuk menjaga kondisi vakum tersebut agar tetap optimal. Dengan dilatarbelakangi kejadian tersebut, penulis merasa terdorong untuk mengembangkan dan melakukan penelitian yang berjudul

“ANALISIS PENURUNAN KEVAKUMAN KONDENSOR UTAMA TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP DI KAPAL LNG/*CARRIER* GOLDEN ISAIA”

Pemilihan judul ini tentunya disebabkan oleh berbagai masalah yang muncul akibat penurunan kevakuman yang sering terjadi yang sangat berdampak terhadap kelancaran operasi kapal karena pengaruh dari kinerja turbin uap yang tidak optimal.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Terjadinya penurunan tekanan pada sistem air pendingin kondensor.
2. Terjadinya kebocoran *steam line* menuju kondensor utama.
3. Performansi dari pompa vakum menurun.
4. Terjadinya kebocoran udara pada bagian sistem instalasi turbin uap.

Identifikasi masalah di atas menunjukkan berbagai aspek permasalahan yang saling terkait dalam pengoperasian kondensor utama di kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia, yang berfokus pada dua masalah utama yaitu penurunan tekanan pada sistem air pendingin kondensor dan performansi dari pompa vakum menurun.

C. BATASAN MASALAH

Untuk memfokuskan penelitian agar tidak meluas dan tetap relevan dengan tujuan utama, maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Terjadinya penurunan tekanan pada sistem air pendingin kondensor.
2. Performansi dari pompa vakum menurun.

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan apa yang telah dipaparkan pada sub bab sebelumnya. Penelitian ini memiliki beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Mengapa terjadi penurunan tekanan pada sistem air pendingin kondensor?
2. Mengapa terjadi penurunan performansi dari pompa vakum?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Menganalisis penyebab penurunan tekanan air pendingin kondensor utama.
- b. Menganalisis penyebab menurunnya performansi dari pompa vakum.

2. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memahami signifikansi menjaga kondisi vakum pada kondensor utama untuk mengoptimalkan kinerja turbin uap secara teori, yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - 1) Sebagai referensi ilmiah yang memperkaya wawasan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik permesinan kapal, khususnya yang berkaitan dengan analisis sistem kondensasi turbin uap yang merupakan elemen krusial pada kapal penggerak uap seperti LNG/*Carrier*.
 - 2) Memberikan kontribusi akademis terhadap kinerja sistem kondensor utama di kapal.
 - 3) Memberikan pemahaman menyeluruh tentang dampak langsung dari

penurunan kevakuman, terutama pada sistem penggerak turbin uap kapal.

2. Manfaat Praktis

- 1) Bagi kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia, memberikan studi kasus yang mendalam yang bisa dijadikan acuan utama bagi penelitian berikutnya tentang masalah dan solusi yang berkaitan dengan kevakuman kondensor pada instalasi turbin uap.
- 2) Bagi profesi, penelitian ini akan menyuplai informasi dan memperkaya pemahaman mengenai peran penting vakum pada kondensor utama dalam mendukung kinerja turbin uap agar tetap optimal. Hal ini bisa dijadikan pedoman dalam melaksanakan perawatan serta perbaikan mesin, terutama pada kapal yang menggunakan turbin uap sebagai sumber penggeraknya.
- 3) Bagi institusi pendidikan, studi ini berpotensi untuk menambah wawasan pustaka dan mendorong penelitian lanjutan terkait isu ini.
- 4) Bagi perusahaan, penelitian ini memberikan kontribusi pemikiran bagi Perusahaan untuk merencanakan perawatan yang bertujuan untuk memaksimalkan kinerja turbin uap, seperti yang terlihat pada kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia yang dikelola oleh PT. Equinox Bahari Utama.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mengawali penelitian dengan memaparkan latar belakang yang menjelaskan penurunan kevakuman pada kondensor utama. Bab ini juga mencakup identifikasi masalah yang ditemui di lapangan, khususnya terkait kondensor utama yang tidak bekerja secara optimal. Selanjutnya, diuraikan batasan masalah untuk memfokuskan penelitian, rumusan masalah yang akan dijawab, serta tujuan dan manfaat yang diharapkan dari penelitian ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menyajikan landasan teoritis yang menjadi dasar analisis, dimulai dari penjelasan umum tentang turbin uap, kemudian penjelasan mendalam tentang kondensor utama yang digunakan di kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia. Pembahasan mencakup prinsip kerja kondensor, tujuan kondensasi, jenis kondensor dan teori tentang faktor-faktor yang mempengaruhi vakum. Bab ini diakhiri dengan kerangka pemikiran yang menghubungkan struktur pemikiran secara berurutan dalam menangani isu utama dari penelitian berdasarkan pengertian teori dan gagasan-gagasan. Penyampaian ini disajikan dalam bentuk diagram alir yang sederhana beserta penjelasan singkat tentang diagram tersebut.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara mendetail metode yang diterapkan dalam penelitian, termasuk waktu serta lokasi pengumpulan data di kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia. Pendekatan yang digunakan adalah penelitian kualitatif untuk mengeksplorasi masalah dengan lebih mendalam. Sumber data primer didapat melalui observasi langsung dan wawancara dengan kru saat terjadinya masalah pada kondensor utama, sedangkan data sekunder berasal dari dokumen kapal dan panduan peralatan. Data yang diperlukan merinci jenis data yang diterapkan dalam penelitian serta variasi data yang akan dikumpulkan. Metode pengumpulan dan analisis data diuraikan secara teratur untuk menjamin keakuratan hasil penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang menyajikan hasil analisis terhadap data yang diperoleh. Dimulai dengan deskripsi data tentang kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia, kondensor utama (*main condenser*), dan *vacuum pump* di kapal, dilanjutkan dengan analisis mendalam tentang faktor-faktor penyebab terjadinya penurunan kevakuman pada kondensor utama. Pembahasan diarahkan untuk menjawab rumusan masalah yang ada, alternatif pemecahan masalah yang dapat diterapkan, serta evaluasi terhadap setiap alternatif untuk menentukan solusi yang paling efektif.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merangkum hasil penelitian dalam bentuk kesimpulan yang menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan. Berdasarkan temuan penelitian, disampaikan saran-saran praktis untuk perbaikan sistem kondensor utama, rekomendasi untuk perusahaan pelayaran dalam mengoptimalkan pengoperasian sistem kondensor utama, serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan hasil penelitian.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini, penulis akan menguraikan sejumlah teori pendukung yang diambil dari berbagai sumber yang terkait dengan topik skripsi ini, antara lain sebagai berikut:

1. Pengertian Umum Turbin Uap

Menurut Wisnaningsih (2019:4), turbin merupakan mesin penggerak yang memanfaatkan energi dari fluida kerja secara langsung untuk memutar sudu-sudu turbin. Berbeda dengan mesin torak yang memiliki gerak translasi, pada turbin seluruh komponennya bergerak rotasi. Bagian yang berputar disebut *rotor*, sementara bagian yang diam disebut *stator* atau rumah turbin. Pada *stator* terdapat nosel, dimana uap diekspansikan didalamnya sehingga kecepatannya naik. Sedangkan pada rotor terdapat sudu gerak (*moving blade*) dan cakram (*disc*) merupakanudukan sudu gerak.

Turbin uap merupakan alat penggerak mula yang berfungsi mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik, kemudian dikonversi lagi menjadi energi mekanik berupa putaran poros turbin. Poros tersebut dapat langsung dihubungkan atau melalui roda gigi reduksi untuk menggerakkan mesin utama. Oleh karena kemampuannya menghasilkan putaran kontinu dan torsi besar, turbin uap banyak digunakan di berbagai bidang, terutama pada pembangkit listrik, industri, serta sistem propulsi kapal.

Turbin uap modern pertama kali dikembangkan oleh Sir Charles Parsons pada tahun 1884. Sejak saat itu, turbin uap secara bertahap menggantikan mesin uap torak karena memiliki efisiensi termal yang lebih tinggi serta rasio daya terhadap berat yang jauh lebih baik. Karena menghasilkan gerakan rotasi langsung, turbin uap menjadi pilihan ideal untuk menggerakkan generator listrik.

Saat ini, diperkirakan sekitar 80 % pembangkit listrik di dunia masih menggunakan turbin uap. Menurut Hendra Anang Fauzi (2017), turbin uap adalah propulsi yang dimulai dari energi potensial kemudian diubah menjadi energi kinetik dan energi kinetik diubah menjadi energi mekanik pada rotasi sumbu turbin. Sederhana instalasi turbin uap mengandung komponen utama, ada *boiler* utama untuk energi mekanik yang dihasilkan untuk diputar sumbu turbin, kondensor untuk membuat kondensasi uap buang dari turbin menjadi kondensat air, dan pompa air umpan untuk mengisi kondensat air ke *boiler* utama. Vakum yang berkurang dapat membuat sistem uap utama terganggu dan dapat gagal (perlambatan otomatis) pada turbin utama. Dan situasi ini dapat diatasi dengan perawatan rutin pada sistem instalasi uap.

Agus Hendro Waskito (2003:29) menambahkan bahwa prinsip kerja turbin uap pada dasarnya mirip dengan kincir air, namun sumber energinya berasal dari panas yang dikandung oleh uap. Energi panas tersebut diubah menjadi energi mekanik melalui interaksi antara aliran uap berkecepatan tinggi dan sudu-sudu turbin. Komponen utama dalam sistem turbin uap antara lain nosel atau pipa pancar (pada turbin aksi) dan sudu pancar (pada turbin reaksi), yang berfungsi mengubah energi mekanik yang memutar poros turbin.

Turbin uap sebagai mesin yang mengubah energi, merupakan pilihan yang sangat baik karena mampu mengubah energi potensial uap menjadi energi mekanik di poros turbin. Sebelum energi mekanik dihasilkan, energi potensial uap awalnya diubah menjadi energi kinetik melalui nosel (pada turbin impuls) dan sudu-sudu gerak (pada turbin reaksi). Energi mekanik yang dihasilkan berbentuk putaran pada poros turbin dan dapat langsung dihubungkan ke mekanisme yang memerlukan, atau melalui roda gigi reduksi. Untuk memproduksi energi listrik, mekanisme yang beroperasi adalah poros generator. Di dalam generator, energi mekanik yang diterima dari poros akan diubah menjadi energi listrik.

Konversi dari energi potensial menjadi energi kinetik berlangsung di pipa input (nosel), sementara perubahan dari energi kinetik menjadi energi mekanik dilakukan oleh sudu gerak. Energi mekanik yang dihasilkan adalah dalam bentuk rotasi pada poros turbin. Selanjutnya, rotasi poros ini dimanfaatkan untuk menggerakkan berbagai beban seperti generator listrik,

pompa, kompresor, baling-baling, atau mesin lainnya.

2. Jenis-jenis Turbin Uap

Berdasarkan cara kerja dan susunan sudu jalannya, turbin uap dapat dibagi menjadi dua jenis utama:

a. Turbin Aksi (*Action Turbine*)

Turbin aksi sering juga disebut turbin tekanan tetap, merupakan turbin yang gaya penggerakannya murni dihasilkan dari dorongan (aksi) semburan uap. Tekanan uap sebelum dan sesudah melewati sudu jalan pada turbin jenis ini relatif sama. Contoh turbin aksi yang terkenal antara lain turbin De Laval, Curtis, dan Zoelly. Konstruksi turbin aksi terdiri atas bagian tetap (*stator*) dan bagian berputar (*rotor*). Pada bagian tetap terdapat nosel atau pipa pancar yang berfungsi mengubah energi panas uap menjadi energi kecepatan. Uap yang keluar dari nosel dengan kecepatan tinggi kemudian menumbuk sudu-sudu jalan pada *rotor* sehingga menghasilkan putaran poros turbin. Bagian berputar pada turbin aksi meliputi sudu jalan, roda turbin, dan poros penggerak.



Gambar 2.1

Pipa Pancar

(Sumber: www.pelaut.xyz, 2017)

b. Turbin Reaksi (*Reaction Turbine*)

Turbin reaksi bekerja berdasarkan dua gaya, yaitu gaya aksi dan gaya reaksi akibat perubahan tekanan di sepanjang sudu jalan. Tekanan uap sebelum memasuki sudu jalan lebih tinggi daripada sesudahnya, karena sebagian ekspansi terjadi di dalam sudu itu sendiri. Bentuk sudu turbin reaksi umumnya tidak simetris, berbeda dengan turbin aksi yang memiliki

bentuk sudu seimbang.

Pada turbin reaksi, perubahan energi panas menjadi energi kecepatan tidak hanya terjadi pada nosel, tetapi juga di dalam sudu jalan, sehingga efisiensinya lebih tinggi dibandingkan turbin aksi. Perbedaan antara turbin aksi dan reaksi dapat dilihat dari bentuk nosel, bentuk sudu, serta karakteristik penurunan tekanan uap di sepanjang lintasannya.

3. Instalasi Turbin Uap

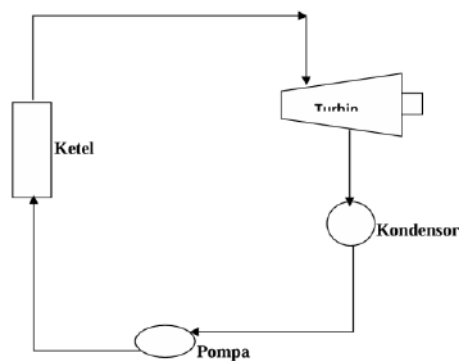
Instalasi turbin uap mencakup persiapan dan pemasangan bagian-bagian utama seperti *rotor*, *stator*, *casing*, dan katup uap. Proses instalasi harus memastikan presisi posisi *rotor* dan komponen agar dapat berputar dengan stabil tanpa getaran berlebih. Pengaturan katup uap bertujuan mengontrol aliran uap agar efisiensi energi maksimal dan kerusakan komponen bisa diminimalkan. Pemasangan pipa uap harus kedap dan teruji kebocoran untuk menjaga tekanan optimum di dalam sistem. Pengujian menyeluruh termasuk pengujian rotasi *rotor* dan pemeriksaan sistem pelumasan penting untuk menjaga keandalan operasional. Selain itu, disertakan teknologi *seal* dan bantalan terbaru yang mendukung kestabilan dan umur panjang turbin. Instalasi ini dilakukan dengan memperhatikan ekspansi termal agar komponennya dapat bergerak bebas namun tetap terjaga posisi kritisnya, sehingga turbin dapat berfungsi optimal di berbagai kondisi operasi.

Sistem instalasi turbin uap sederhana terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu ketel uap (*boiler*), turbin, kondensor, serta pompa pengisian ketel (*feed water pump*). Semua komponen ini saling terhubung dalam satu siklus tertutup untuk menghasilkan dan memanfaatkan energi uap secara berulang. Dengan demikian, turbin uap hanyalah salah satu bagian dari keseluruhan sistem pembangkit tenaga yang bekerja secara terpadu. Dalam instalasi turbin uap ditemukan juga kebocoran *steam line* menuju kondensor utama artinya kondisi ketika uap mengalir tidak terkendali melalui sambungan pipa, *flange*, *gasket*, *gland packing*, *steam trap*, atau *valve* yang tidak menutup sempurna. Pada sistem turbin uap, kebocoran tersebut dapat menambah beban panas kondensor karena uap tambahan harus dikondensasikan oleh air pendingin. Apabila kapasitas perpindahan panas kondensor tidak mampu mengimbangi tambahan beban uap tersebut, tekanan absolut di dalam kondensor akan meningkat dan tingkat vakum

menurun. Kondisi ini dapat mengganggu aliran *exhaust steam* dari turbin, meningkatkan *back pressure*, dan menurunkan performa turbin uap.

Uap bertekanan tinggi yang dihasilkan oleh ketel uap akan dialirkan ke turbin melalui pemanas lanjut (*superheater*) agar suhunya meningkat sebelum digunakan. Di dalam turbin, energi panas uap diubah menjadi energi mekanik melalui ekspansi. Setelah melakukan kerja, uap bekas tersebut dialirkan menuju kondensor untuk didinginkan menjadi air kondensat. Air hasil kondensasi kemudian dipompa kembali ke ketel, sehingga membentuk satu siklus tertutup yang terus berulang.

Prasetyo, Y. (2022) siklus ini disebut juga sistem sirkulasi air dan uap tertutup (*closed feed water system*). Dalam sistem ini, uap dan air berperan sebagai media penghantar energi dari satu bagian ke bagian lainnya. Proses dimulai ketika bahan bakar dibakar di ruang bakar ketel untuk memanaskan air hingga menjadi uap. Uap yang terbentuk dialirkan ke turbin untuk menggerakkan *rotor*, kemudian keluar sebagai uap bekas menuju kondensor. Di dalam kondensor, uap ini dikondensasikan menjadi air kembali dengan bantuan pendingin berupa air laut.



Gambar 2.2

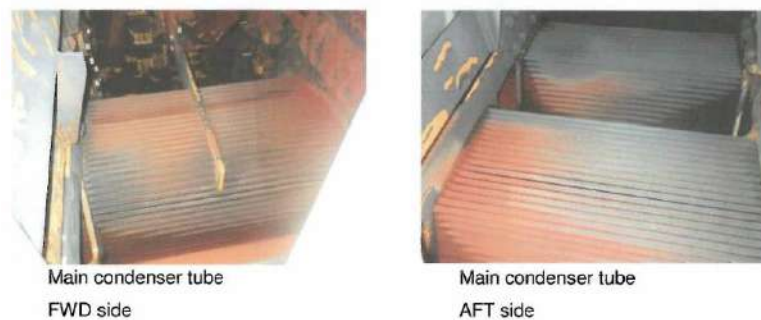
Skema Siklus Rankine Ideal Sederhana

Air kondensat yang dihasilkan akan dipompa menuju *daerator*, yaitu untuk menghilangkan kandungan gas terlarut seperti oksigen yang dapat menyebabkan korosi pada sistem. Selanjutnya, air dari *daerator* dilairkan kembali ke ketel menggunakan pompa pengisian ketel (*feed water pump*). Dengan demikian, seluruh siklus pembangkitan tenaga ini berulang secara berkesinambungan dan efisien.

Tujuan utama penggunaan sistem tertutup adalah untuk mengurangi kehilangan air dan mencegah korosi, karena oksigen yang terlarut dalam air pengisi bisa merusak dinding ketel. Oleh sebab itu, sistem ini juga dilengkapi dengan *expansion tank* atau *hot well* atau *cascade tank* untuk menampung perubahan volume air dan uap selama proses berlangsung. Keseluruhan rangkaian ini dikenal sebagai siklus rankine, yaitu siklus termodinamika dasar pada sistem tenaga uap.

4. Kondensor (*Condenser*)

Kondensor merupakan salah satu komponen vital pada sistem tenaga uap, terutama pada kapal dengan penggerak utama berupa turbin uap. Fungsinya adalah mengubah uap bekas (*exhaust steam*) menjadi air kondensat melalui proses pendinginan agar dapat digunakan kembali sebagai air pengisi ketel. Selain itu, kondensor juga berperan dalam menciptakan tekanan rendah (vakum) di sisi keluaran turbin untuk meningkatkan efisiensi kerja. Pemasangan kondensor bertujuan untuk menurunkan tekanan balik (*back pressure*) pada turbin. Semakin rendah tekanan di sisi buang, semakin besar energi yang dapat diubah menjadi energi mekanik oleh turbin. Oleh karena itu, sistem pembangkit uap modern hampir selalu dilengkapi dengan kondensor yang mampu menjaga tingkat vakum stabil.



Gambar 2.3

Tube Kondensor Utama tampak Depan, Belakang

(Sumber: Dokumen Dock, 2025)

Menurut Fauzan, Rifkhy (2011). Tugas Akhir: Evaluasi Performansi Kondensor Tipe *Shell* dan *Tube* di PLTU PT PANASIA INDOSYNTEC Tbk. Kondensor atau pengembun adalah alat yang berfungsi untuk mengkondensasikan uap yang keluar dari turbin uap menjadi air. Air yang

dihasilkan disebut air suling atau kondensat. Kondensor berfungsi untuk menurunkan panas laten fluida dengan medium pendingin atau alat pemindah panas yang digunakan untuk mengembunkan dengan cara mengambil panas laten. Kemampuan kondensor dapat berkurang akibat dari laju perpindahan panas antara air pendingin dengan uap buang turbin uap terhambat oleh kotoran atau kerak (*fouling*). *Fouling* adalah pembentukan lapisan endapan pada permukaan pertukaran panas yang terdiri dari bahan atau zat yang tidak diinginkan. Zat ini bisa berupa kristal, sedimen, bahan biologis, hasil reaksi kimia, atau akibat korosi. Lapisan endapan ini akan terus terbentuk selama perangkat penukar panas beroperasi. Endapan *fouling* dapat berasal dari partikel-partikel atau zat lain yang terbawa oleh aliran fluida. Pada penukar panas jenis *shell* dan *tube*, *fouling* dapat terjadi di bagian dalam tabung (*inner tube*), di luar tabung (*outside tube*), serta di bagian dalam *shell*. Fenomena *fouling* ini dapat mengurangi luas penampang melintang dan meningkatkan penurunan tekanan, sehingga membutuhkan tambahan energi untuk pemompaan.



Gambar 2. 4

Tube Kondensor Utama akibat kotoran (*fouling*)

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2015)

Berdasarkan proses terbentuknya endapan atau kotoran, faktor pengotoran dibagi 5 jenis, yaitu:

- a. Pengotoran akibat pengendapan zat padat dalam larutan (*precipitation fouling*). Terjadi pada fluida yang mengandung garam-garam yang terendapkan pada suhu tinggi, seperti garam kalsium sulfat, dan lain-lain.
- b. Pengotoran akibat pengendapan partikel padat dalam fluida (*particulate fouling*). Terjadi akibat pengumpulan partikel-partikel padat yang terbawa

oleh fluida di atas permukaan perpindahan panas, seperti debu, pasir, dan lain-lain.

- c. Pengotoran akibat reaksi kimia (*chemical reaction fouling*). Terjadi akibat reaksi kimia di dalam fluida, dimana material bahan permukaan perpindahan panas tidak ikut bereaksi, seperti adanya reaksi polimerisasi, dan lain-lain.
- d. Pengotoran akibat korosi (*corrosion fouling*). Terjadi akibat reaksi kimia antara fluida kerja dengan material bahan permukaan perpindahan panas.
- e. Pengotoran akibat aktivitas biologi (*biological fouling*). Pengotoran ini berhubungan dengan aktivitas organisme biologi yang terdapat atau terbawa dalam aliran fluida seperti lumut, jamur, dan lain-lain.

Fouling atau penumpukan kotoran dapat dengan mudah terjadi pada kondensor, sedimen yang mencemari pipa-pipa pendingin kondensor berasal dari sumber pengambilan air pendingin. Mengingat bahwa sumber air pendingin ini diambil dari laut, besar kemungkinan air tersebut mengandung kotoran-kotoran yang terbawa dan mengendap di pipa-pipa pendingin kondensor. Situasi ini akan menyebabkan penurunan efisiensi perpindahan panas di dalam kondensor. Proses pembentukan *fouling* :

a) *Transport* (Perpindahan Partikel)

Pada tahap awal, partikel, ion, atau mikroorganisme yang terdapat dalam fluida akan bergerak menuju permukaan perpindahan panas akibat aliran fluida (konveksi) dan difusi. Proses ini memungkinkan zat pengotor mencapai permukaan seperti pipa atau *tube heat exchanger* sebagai langkah awal terbentuknya *fouling*.

b) *Attachment* (Penempelan Awal)

Setelah mencapai permukaan, partikel mulai menempel karena adanya gaya adhesi, gaya elektrostatis, atau interaksi kimia. Pada tahap ini terbentuk lapisan awal yang masih tipis, namun sudah mulai mengubah karakteristik permukaan perpindahan panas.

c) *Deposit Formation* (Pembentukan Lapisan)

Partikel yang telah menempel akan membentuk deposit atau lapisan *fouling*.

Lapisan ini bisa berasal dari berbagai mekanisme seperti pengendapan garam (*scaling*), penumpukan partikel padat, maupun pertumbuhan mikroorganisme. Proses ini merupakan awal terbentuknya lapisan pengotor yang nyata pada permukaan.

d) *Growth* (Pertumbuhan Lapisan)

Lapisan *fouling* akan semakin tebal seiring waktu karena terus terjadi penambahan material baru dari fluida. Proses ini dipengaruhi oleh kondisi operasi seperti temperatur, kecepatan aliran, dan konsentrasi zat terlarut, sehingga *fouling* dapat berkembang lebih cepat dalam kondisi tertentu.

e) *Aging / Compaction* (Pengerasan)

Seiring waktu, lapisan *fouling* mengalami pengerasan dan pemadatan sehingga menjadi lebih kuat dan sulit dibersihkan. Struktur deposit berubah dari lunak menjadi keras, bahkan bisa membentuk kerak yang menempel kuat pada permukaan.

f) *Detachment* (Pelepasan Sebagian)

Pada tahap akhir, sebagian lapisan *fouling* dapat terlepas akibat gaya geser dari aliran fluida atau getaran. Namun pelepasan ini biasanya tidak sempurna, sehingga sebagian deposit tetap tertinggal dan *fouling* akan terus terbentuk kembali.

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya *fouling* :

- a. *Flow Velocity*, dengan kecepatan tinggi dapat meminimalkan pembentukan *fouling* (untuk segala jenis *fouling*), namun dapat menyebabkan tingginya *pressure drop*, erosi dan juga memerlukan energi pemompaan yang besar.
- b. Temperatur, pada *normal solubility salt solution* (kelarutan normal larutan garam) peningkatan konsentrasi garam akan naik seiring dengan naiknya temperatur contohnya adalah NaCl, Na.
- c. Material konstruksi dan permukaan yang halus, pemilihan material *tube* sangat penting, beberapa tipe *biofouling* dapat terhambat pembentukannya dengan menggunakan *cooper-bearingalloy*, permukaan bahan atau materi pipa yang halus dapat mengurangi laju pembentukan *fouling*.

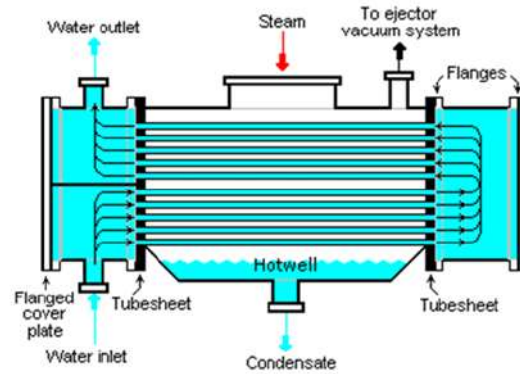
Kerugian yang disebabkan oleh *fouling* (endapan) :

1. Memerlukan energi tambahan, energi tambahan sehubungan dengan peningkatan energi pompa dan efisiensi termodinamika yang rendah pada kondensasi dan siklus refrigerasi.
2. *Maintenance cost* untuk *anti foulant*, *chemical treatment* dan untuk pembersihan permukaan perpindahan panas yang tertutup oleh *fouling* (endapan).
3. Pengurangan *output* atau keluaran (*rate*) dikarenakan pengurangan *cross sectional area*.
4. *Downtime cost* (*downtime* adalah kerugian waktu produksi yang diakibatkan oleh peralatan tidak dapat dioperasikan dengan semestinya dikarenakan oleh *maintanance*, *power failure* atau *power trip*, *breakdown* dan lain - lain).

Pada umumnya ada 2 tipe kondensor, yaitu:

a. *Surface Condenser*

Prinsip operasional dari kondensor permukaan adalah uap masuk ke dalam ruang kondensor melalui sambungan masuk uap di bagian atas. Uap ini kemudian bersentuhan dengan pipa kondensor yang memiliki suhu rendah, yang mengakibatkan penurunan suhu uap dan proses pengkondensasian terjadi, sehingga menghasilkan kondensat yang terkumpul di *hotwell*. Suhu rendah pada pipa dipertahankan dengan cara mensirkulasikan air yang menyerap panas dari uap selama proses pengkondensasian. Panas yang dimaksud di sini dikenal sebagai panas laten penguapan dan kadang-kadang disebut juga sebagai panas kondensasi dalam konteks kondensor. Air kondensat yang terakumulasi selanjutnya dipompa menggunakan pompa kondensat untuk mengisi ketel. Saat meninggalkan kondensor, hampir seluruh uap sudah berubah menjadi cair, kecuali untuk bagian udara jenuh yang terdapat dalam sistem. Udara di dalam sistem umumnya berasal dari kebocoran pada pipa dan dari *gland*. Untuk mengeluarkan udara yang terlarut dalam kondensat yang disebabkan oleh adanya udara di kondensor, dilakukan proses *de-aeration*. Proses *de-aeration* dilakukan dengan memanaskan air kondensat menggunakan uap agar udara terlarut tersebut bisa menguap.



Gambar 2.5

Surface Condenser

(Sumber : <https://rakhman.net>, 2026)

Surface Condenser terbagi menjadi dua tipe yang berbeda berdasarkan cara uap dan air dingin masuk, berikut ini adalah jenis-jenisnya:

1. *Surface Horizontal Condenser*

Air pendingin masuk ke kondensor dari bawah, kemudian mengalir ke dalam pipa-pipa pendingin dan keluar dari sisi atas kondensor. Sementara itu, arus panas masuk melalui bagian tengah kondensor dan berakhir sebagai air kondensat di bagian bawah.

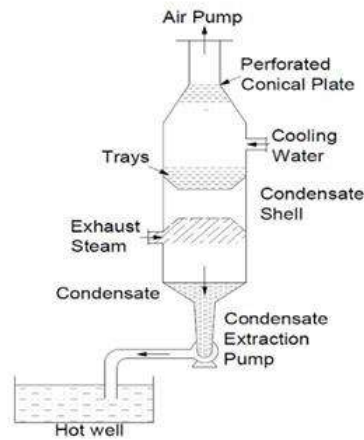
2. *Surface Vertical Condenser*

Air pendingin mengalir ke dalam kondensor dari bawah, lalu masuk ke pipa-pipa pendingin dan keluar di atas. Di sisi lain, arus panas masuk melalui bagian atas dan keluar sebagai air kondensat di bawah kondensor. Dengan desain yang vertikal, jenis ini lebih simpel untuk dipasang.

b. *Direct Contact Condenser*

Cara kerja dari kondensor jenis ini adalah dengan melakukan proses kondensasi melalui pencampuran langsung antara uap dan air pendingin. Jenis kondensor ini disebut sebagai kondensor semprot, di mana air pendingin dicampurkan dengan cara menyembrotkan air ke arah uap. Dengan metode ini, uap akan menempel pada tetesan air pendingin dan mengalami interaksi suhu, sehingga uap tersebut akan berubah menjadi

cairan dan bergabung dengan air pendingin yang hampir dalam keadaan jenuh (basah).



Gambar 2.6

Direct Contact Condenser

(Sumber : <https://encyclopedia.pub>, 2022)

Jika pengukuran vakum dilaksanakan setiap hari, maka grafik digunakan untuk mengetahui tingkat tekanan atau vakum tersebut. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi vakum adalah:

- Banyaknya air pendingin
- Suhu air pendingin
- Luas bidang pendingin
- Kebocoran udara

A. Sistem Pendingin (*Cooling System*)

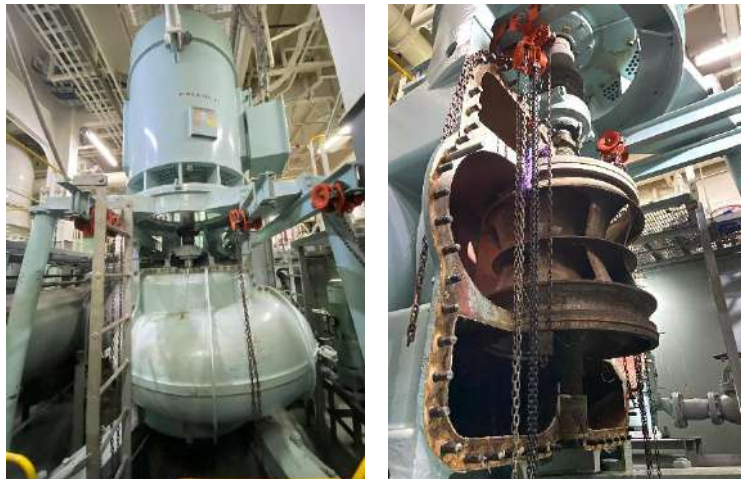
1. Terjadinya penurunan tekanan pada sistem air pendingin kondensor.

Tentu saja bahwa tekanan air laut yang diberikan ke kondensor utama melalui pompa pendingin dan jalurnya.

a. Pompa Air Laut

Menurut Adji (2018), pompa merupakan salah satu pesawat bantu yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Secara konstruksi, pompa dirancang agar aliran cairan yang keluar dari *impeller* bergerak melalui bidang yang tegak lurus terhadap poros pompa. *Impeller* dipasang pada salah satu ujung poros, sedangkan ujung lainnya

dihubungkan dengan kopling sebagai media penerus daya dari penggerak. Poros tersebut disangga oleh dua bantalan guna menjaga kestabilan putaran. Pada bagian rumah pompa yang dilalui poros dipasang *mechanical seal* untuk mencegah terjadinya kebocoran cairan ke luar maupun masuknya udara ke dalam sistem. Secara umum, pompa sentrifugal tersusun atas saluran isap, *impeller* (kipas), rumah siput (*volute*), dan saluran tekan (saluran kempa). Secara umum, pompa air laut berfungsi mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida, dengan tujuan menaikkan tekanan air laut dan mengatasi tahanan yang ada di saluran pipa. Energi yang diterima fluida dipakai untuk mengalirkan air laut melalui saluran sistem pendingin kapal.



Gambar 2.7

Main Sea Water Circulating Pump

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

1. *Main Sea Water Circulating Pump*

<i>Maker</i>	: <i>Shinko Industries Ltd.</i>
<i>No. of sets</i>	: <i>1</i>
<i>Type</i>	: <i>Vertical centrifugal, anti-clockwise rotation</i>
<i>Model</i>	: <i>CVF1000LM</i>
<i>Capacity</i>	: <i>10,000/5,000 m³/h at 0.5/0.8 bar</i>
<i>Rating</i>	: <i>440 V, 220 kW at 360 rpm</i>

2. *Auxiliary Sea Water Circulating Pump*

<i>Maker</i>	: <i>Shinko Industries Ltd.</i>
<i>No. of sets</i>	: <i>1</i>

Type : Vertical centrifugal, clockwise rotation
Model : CVF1000M
Capacity : 10,000/5,000 m³/h at 0.5/0.8 bar
Rating : 440 V, 220 kW at 360 rpm

3. Scoop Cooling System

Maker : VKK Standard Kessel Kothen Gmbh
Capacity : 21,000 m³/h

Sistem sirkulasi air laut utama (*main sea water circulating system*) berfungsi memasok air laut sebagai media pendingin bagi kondensor utama (*main condenser*) dan *auxiliary condenser*. Sistem ini dilengkapi dua pompa, yaitu *main sea water circulating pump* sebagai pemasok utama serta *auxiliary sea water circulating pump* yang berfungsi sebagai cadangan dan siap menggantikan peran utama apabila pompa utama mengalami gangguan. Melalui pengaturan *crossover valve* WS010F, pompa utama dapat pula dialihkan untuk menyuplai pendinginan ke *auxiliary condenser*. *Interlock* antara valve WS014F dan WS010F memastikan bahwa kedua pompa tidak dapat beroperasi secara bersamaan sehingga mencegah kondisi *over-circulation* atau konflik aliran.

Pada kondisi pelayaran normal, khususnya ketika putaran poros turbin mencapai 63 rpm atau lebih, suplai air laut untuk pendinginan *main condenser* tidak lagi mengandalkan pompa, melainkan memanfaatkan sistem *water scoop*. Sistem ini terdiri dari bukaan pada dasar lambung dan sebuah *appendage* yang menciptakan efek eduksi pada sisi *overboard* ketika kapal bergerak maju. Perbedaan tekanan antara *inlet* dan *outlet* inilah yang menghasilkan aliran air laut melewati kondensor tanpa bantuan pompa. Hal ini memberikan keuntungan efisiensi energi karena pompa dapat dihentikan pada kecepatan tertentu.

Pengendalian operasi sistem sirkulasi air laut sepenuhnya dikelola melalui IAS (*Integrated Automation System*), baik dalam mode manual maupun otomatis. Pada mode otomatis, IAS akan memilih apakah sistem menggunakan pompa atau *scoop* berdasarkan kecepatan poros *propeller*.

Sistem juga memiliki fungsi *Duty/Standby* sehingga pompa *auxiliary* akan menyala otomatis jika pompa utama mengalami kegagalan. *Interlock* tambahan diterapkan pada pompa dan katup, misalnya pompa *auxiliary* tidak dapat dihidupkan jika *valve* WS010F dan WS014F dalam posisi tertutup. Pengoperasian manual tetap dimungkinkan melalui *valve* lokal, *solenoid cabinet*, atau *IAS screen* untuk keperluan tertentu seperti perawatan atau keadaan darurat.

Sumber isapan air laut berasal dari *sea chest* tekanan tinggi maupun rendah, masing-masing dihubungkan melalui *valve* WS001F dan WS002F. Baik *sea chest* maupun *scoop* dilengkapi suplai dari *Marine Growth Protection System (MGPS)* untuk mencegah pertumbuhan organisme laut yang dapat menyumbat aliran. Dalam kondisi darurat atau hilangnya tenaga hidrolik, *valve* masih dapat dioperasikan dengan pompa manual yang terpasang pada aktuator atau dengan *portable emergency hand pump*.

Selain itu, sistem mempunyai koneksi *sawdust injection box* yang digunakan untuk menangani kebocoran kecil pada tabung kondensor, di mana air *sawdust* disuplai melalui *valve* WS107F dan WS108F. *Auxiliary condenser* juga dilengkapi *overboard valve* yang dapat dikendalikan secara otomatis. Desain sistem secara keseluruhan memberikan *full redundancy*, artinya pompa *auxiliary* mampu menggantikan pompa utama dan tetap menjaga kontinuitas pendinginan ke *main condenser* maupun *auxiliary condenser*.

Peralihan antara mode *scoop* dan mode *pump* dilakukan melalui urutan *valve* yang memastikan aliran pendingin tidak terputus. Ketika berpindah dari *pump* ke *scoop*, *valve scoop* harus terbuka penuh terlebih dahulu sebelum *valve outlet* pompa menutup. Begitu pula saat beralih dari *scoop* ke *pump*, pompa mulai memasok air ketika *valve outlet* telah terbuka 25% dan selanjutnya membuka penuh sebelum indikator mode *pump* menyala. Status operasi dan mode yang sedang digunakan ditampilkan pada layar *IAS* dengan indikator berwarna untuk mempermudah pemantauan oleh operator. Gambar *Main and Auxiliary Sea Water Circulating System* dapat dilihat pada **lampiran 2**.

b. Saringan *Sea Chest* (Lubang Penghisapan)

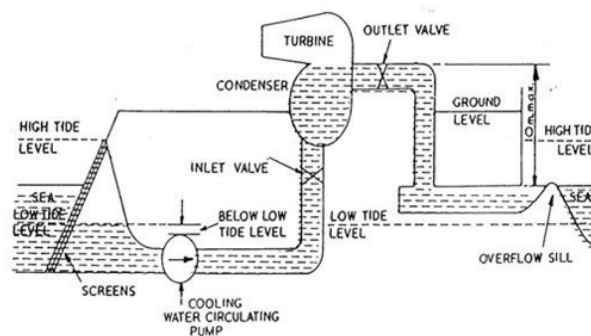
Menurut Yakob Taruklangi (2023), *sea chest* merupakan sebuah ruang atau lubang yang berada pada bagian bawah lambung kapal. Fungsinya adalah sebagai jalur utama masuknya air laut ke dalam sistem perpipaan kapal. Air yang masuk melalui *sea chest* ini nantinya digunakan untuk berbagai kebutuhan, seperti mendinginkan mesin, mencuci geladak, hingga melakukan proses *ballasting* untuk menjaga stabilitas kapal.

Agar sistem tetap aman, *sea chest* dilengkapi dengan saringan yang berfungsi mencegah benda-benda besar masuk dan menyumbat pipa. Selain itu, terdapat juga alat pembatas (*grating*) yang membantu meredam pengaruh kecepatan kapal maupun kondisi gelombang, sehingga aliran air tetap stabil ketika memasuki sistem. Melanjutkan dengan penjabaran yang lebih mendalam tentang kondensor, setelah air masuk melalui *sea chest*, salah satu pemanfaatan utamanya adalah sebagai media pendingin pada kondensor. Kondensor uap (*steam condenser*) adalah alat yang dirancang untuk memindahkan panas sekaligus mendinginkan uap hasil kerja turbin atau ketel uap. Pada kapal, kondensor umumnya menggunakan air laut sebagai fluida pendingin karena ketersediaannya yang melimpah. Desainnya dibuat sedemikian rupa untuk memaksimalkan perpindahan panas antara uap dan air pendingin. Jenis kondensor yang banyak digunakan di kapal adalah tipe *shell and tube*, di mana air laut mengalir melalui pipa-pipa kecil (*tube*) sementara uap berada pada ruang luar pipa (*shell*). Melalui proses ini, uap bertekanan rendah dikondensasikan menjadi cairan pada tekanan di bawah 1 atmosfer. Air hasil kondensasi yang bersifat murni tersebut kemudian dapat dimanfaatkan kembali sebagai air pengisi ketel, sehingga efisiensi sistem menjadi lebih optimal.

Dalam sistem pendinginan terbuka, air laut diambil langsung dari lingkungan sekitarnya, dipompa menuju kondensor untuk menyerap panas, lalu dibuang kembali ke laut. Karena air laut tersedia tanpa batas, sistem ini sangat efektif digunakan di kapal. Namun, penempatan saluran masuk (*inlet*) dan saluran pembuangan (*outlet*) harus dirancang sejauh mungkin agar air buangan yang telah panas tidak kembali tersedot ke sistem. Resirkulasi air panas dapat menurunkan kinerja kondensor karena membuat

temperatur pendingin meningkat dan menurunkan kapasitas perpindahan panas. Jika aliran air pendingin menurun atau tidak sesuai dengan standar desain, efisiensi kondensor akan berkurang.

Kondisi ini dapat menyebabkan tekanan vakum menurun dan temperatur kondensor meningkat. Penurunan aliran dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti pompa yang bekerja tidak optimal, adanya hambatan atau kotoran di dalam pipa, *valve* yang tidak terbuka sepenuhnya, hingga penumpukan sampah pada saringan maupun jaringan pipa.



Gambar 2.8

Siklus Sistem Pendingin Terbuka

(Sumber : <https://rakhman.net>, 2015)

Dengan demikian, yang dimaksud dengan tekanan air laut yang dikirim ke kondensor utama kurang adalah situasi di mana terdapat hambatan pada saluran akibat pembukaan *valve* pompa pendingin kondensor utama yang tidak mencukupi dan banyaknya timbunan kotoran atau sampah pada saringan pompa pendingin kondensor utama. Adapun dimensi adalah:

1. Faktor yang mempengaruhi turunnya tekanan air laut :
 - a. Kurangnya pembukaan *valve* pompa pendingin kondensor utama.
 - b. Banyaknya penumpukan sampah atau kotoran di dalam saringan pompa pendingin kondensor utama.
2. Cara perawatan terdiri dari indikator :
 - a. Penambahan pembukaan *valve* pompa pendingin kondensor utama.
 - b. Dilakukan pembersihan pada saringan pompa pendingin kondensor utama.

B. Proses Pemvakuman

1. Pengertian Vakum

Dalam istilah yang sederhana dan mudah dipahami, vakum adalah kondisi ruang di mana tekanan udara sangat rendah, jauh di bawah tekanan atmosfer normal di permukaan laut, artinya dalam kondisi "kosong" atau "hampa". Secara teori fisika, vakum sempurna adalah ruang hampa mutlak tanpa satu pun molekul gas. Namun, dalam aplikasi teknik seperti pada sistem kondensor, kita berbicara tentang vakum parsial yaitu kondisi tekanan sub-atmosfer yang sengaja diciptakan. Tingkat vakum diukur sebagai tekanan absolut (tekanan di atas nol mutlak) menggunakan satuan seperti bar absolut (barA) atau kilopascal absolut (kPaA), atau diukur sebagai derajat vakum relatif terhadap tekanan atmosfer, seperti milimeter air raksa vakum (mmHg Vac). Semakin rendah angka tekanan absolutnya (semakin tinggi nilai mmHg Vac-nya), semakin tinggi atau baik kualitas vakum yang tercipta. Kondisi vakum ini sengaja dipertahankan dalam kondensor turbin uap untuk memaksa uap bekas turbin mengalir dan terkondensasi sepenuhnya, yang mana proses ini meningkatkan efisiensi total sistem turbin

Vakum Pumps

Maker : Shin Nippon Machinery

No. of sets : 2

Type : SLPH75330+SGPV5313W

Capacity : 12.7 m³/h

Motor : 30 kW at 880 rpm



Gambar 2.9

Vacuum Pump (Pompa Vakum)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

Berdasarkan *manual book* kapal LNG Golden Isaia/ *Carrier, Condenser Vacuum Pump* (Pompa Vakum Kondensor) yang diproduksi oleh SHIN NIPPON MACHINERY CO., LTD.. Unit pompa ini dirancang untuk menunjang operasi Turbin Propulsi Laut Tipe KAWASAKI UA pada kapal-kapal yang dibuat oleh SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES. Fungsi utama pompa ini sangat krusial, yaitu mengeluarkan gas yang tidak dapat dikondensasi (*non-condensable gas*), yaitu campuran udara dan uap air dari kondensor turbin untuk menjaga tingkat vakum tinggi. Menjaga vakum tinggi di kondensor adalah kunci untuk memaksimalkan efisiensi termal turbin uap. Pompa yang digunakan adalah jenis *Liquid Ring Vacuum Pump* (Pompa Vakum Cincin Cair), dengan model gabungan SLPH75330+SGPV5313W. Berdasarkan data operasinya, pompa ini mampu mencapai tingkat vakum sangat tinggi, dengan tekanan hisap (*suction pressure*) yang direncanakan mencapai 0,0399 barA atau setara 730 mmHg vakum, dengan kapasitas 12,7 m³ per jam. Untuk mencapai kinerja ini, unit pompa ini merupakan sistem lengkap (unit) yang terdiri dari beberapa komponen utama selain pompa vakum itu sendiri, termasuk motor penggerak (30 kW), *Air Ejector* (Ejektor Udara), *Cooler* (Penukar Panas), *Separator Tank* (Tangki Pemisah), serta berbagai katup, *strainer*, dan instrumentasi. Sistem ini menggunakan air sebagai cairan penyekat (*sealing liquid*) dan memanfaatkan air laut sebagai pendingin untuk menjaga suhu operasional yang efisien.

2. Cara Kerja Vakum Pump (*Liquid Ring Vacuum Pump*)

Pompa Vakum Cincin Cair (*Liquid Ring Vacuum Pump*), yang bekerja menggunakan prinsip mekanis yang unik:

- a. Pembentukan Cincin Cairan (*Liquid Ring*): Pompa ini memiliki *impeller* (baling-baling) dengan sudu-sudu yang dipasang secara eksentrik (tidak berada tepat di tengah) di dalam *casing* pompa. Ketika motor memutar *impeller* dengan kecepatan tinggi, cairan penyekat (air) yang ada di dalamnya akan terlempar ke dinding *casing* oleh gaya sentrifugal, membentuk lapisan melingkar yang disebut Cincin Cairan .
- b. Fase Hisap (*Suction Phase*): Karena posisi *impeller* eksentrik, di satu sisi pompa, ruang di antara sudu-sudu *impeller* dan permukaan cincin cairan akan membesar secara progresif. Pembesaran volume ini menciptakan tekanan rendah (vakum), sehingga gas non-kondensasi (udara dan uap air) dari kondensor tersedot masuk

ke dalam bilik-bilik pompa.

- c. Fase Kompresi dan Buang (*Compression and Discharge Phase*): Seiring *impeller* terus berputar, gas yang terperangkap dalam bilik tersebut akan bergerak ke sisi lain pompa. Pada sisi ini, jarak antara sudu-sudu *impeller* dan cincin cairan semakin menyempit. Akibat penyempitan volume ini, gas terkompresi hingga mencapai tekanan buang (*discharge pressure*).
- d. Siklus Berulang dan Pemisahan: Gas yang telah terkompresi, bersama dengan sebagian cairan penyekat, kemudian dikeluarkan dari pompa dan dialirkan ke *separator tank*. Di sini, gas buang dilepas ke atmosfer, sementara cairan penyekat dipisahkan, didinginkan menggunakan *cooler* (penukar panas), dan dikembalikan ke pompa untuk digunakan kembali dalam membentuk cincin cairan, memastikan siklus vakum terus terjaga. Jenis pompa ini sangat efektif untuk aplikasi kondensor karena kemampuannya menangani campuran gas dan uap air yang jenuh.

3. *Main and Auxiliary Condensate System*

a. *Main Condensate Pump*

Main condensate pump adalah komponen penting dalam sistem kondensat utama yang berfungsi untuk memindahkan air kondensat dari kondensor ke *deaerator* atau sistem lebih lanjut seperti *feedwater heater*.

Main Condensate Pumps

<i>Maker</i>	: <i>Shinko Industries Ltd.</i>
<i>No. of sets</i>	: 2
<i>Type</i>	: <i>Vertical centrifugal</i>
<i>Model</i>	: <i>EVZ130-2M</i>
<i>Capacity</i>	: <i>130 m³/h at 11.0 bar</i>
<i>Rating</i>	: <i>440V, 101 HP, 75 kW at 1,800 rpm</i>

Pompa ini bekerja terus-menerus untuk menjaga laju aliran kondensat dari *condenser* menuju *heat exchanger*, *LP heater*, *gland condenser*, *fresh water generator*, hingga masuk ke *deaerator*. Selama perjalanan ini temperatur kondensat naik dari sekitar 38°C menjadi $\pm 137^{\circ}\text{C}$ karena memanfaatkan panas buangan dari berbagai peralatan. *Deaerator* yang berada di elevasi tinggi membutuhkan suplai kondensat yang stabil agar selalu terdapat *positive suction*

head bagi main feed pump.

b. *Auxiliary Condensate Pumps*

<i>Maker</i>	: <i>Shinko Industries Ltd.</i>
<i>No. of sets</i>	: 2
<i>Type</i>	: <i>Vertical centrifugal</i>
<i>Model</i>	: <i>EVZ130M</i>
<i>Capacity</i>	: <i>85 m³/h at 11.0 bar</i>
<i>Rating</i>	: <i>440V, 101 HP, 75 kW at 1,800 rpm</i>

Auxiliary condensate pump berfungsi sebagai pompa pendukung yang menangani kondensat dari *auxiliary condenser*. Tipe dan sistem kontrolnya sama seperti *main condensate pump (main standby)*, tetapi kapasitasnya lebih kecil, yaitu 85 m³/jam pada 11 bar dengan motor 55 kW. *Auxiliary condenser* biasanya menerima *drain* dari *equipment* kecil atau suplai uap yang dialihkan ketika *main condenser* (kondensor utama) tidak dapat digunakan. Aliran kondensat dari *auxiliary condenser* akhirnya juga bergabung pada jalur *main condensate line* menuju *deaerator*.

c. *Cara kerja Main Condensate Pump*

Main condensate pump berfungsi mengambil air kondensat dari dasar *main condenser (hotwell)*. Ketika uap turbin mengalir ke *condenser* dan terkenan air laut dingin, uap berubah menjadi air. Proses kondensasi ini menurunkan tekanan di dalam kondensor utama sehingga vakum tercapai. Agar proses ini stabil, kondensat harus terus-menerus dikeluarkan dari *hotwell*.

Cara kerjanya:

1. Pompa mengisap kondensat dari *hotwell* melalui *suction line*.
2. *Balancing line* dan *water seal* mencegah masuknya udara (*air ingress*) yang dapat merusak vakum.
3. Kondensat dialirkan melalui rangkaian *heat exchanger* yang memanfaatkan panas buangan (*fresh water generator, gland condenser, LP heater*).
4. Setelah suhunya naik, maka kondensat dikirim menuju *deaerator* untuk menghilangkan gas non-kondensibel.
5. *Deaerator* menyediakan kondensat panas untuk *main feed pump*, yang

kemudian mengalirkannya kembali ke *boiler*.

Jika *main condensate pump* berhenti atau tidak cukup kuat mengeluarkan air, maka level *hotwell* naik, menyebabkan kondensasi tidak sempurna dan berujung pada penurunan vakum (*loss vacuum*). Dalam kaitannya dengan *condensate pump* terdapat istilah *balancing line*. *Balancing line* merupakan sebuah pipa kecil yang dipasang pada bagian atas sisi hisap (*suction*) pompa kondensat dan dihubungkan kembali ke kondensor utama (*main condenser*). Komponen ini memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan operasi pompa, terutama karena pompa kondensat bekerja pada kondisi tekanan sangat rendah dan berada dekat area *vakum condenser*. Melalui *balancing line*, tekanan antara *inlet* pompa dan ruang *condenser* dibuat tetap seimbang sehingga pompa tidak mengalami *flashing*, yaitu kondisi ketika air mendidih secara tiba-tiba akibat tekanan yang terlalu rendah. Stabilitas tekanan ini juga mencegah terbentuknya *steam pocket* di dalam rumah pompa yang dapat memicu fenomena *cavitation* kerusakan akibat gelembung uap yang pecah pada permukaan *impeller*.

Selain menstabilkan tekanan, *balancing line* juga berfungsi sebagai air seal untuk mencegah udara luar masuk ke dalam sistem. Jika udara masuk ke sisi hisap pompa, kevakuman di *condenser* dapat terganggu dan kinerja pompa menjadi tidak stabil. Pada kondisi beban turbin rendah atau aliran kondensat yang kecil, *balancing line* membantu memastikan sisi *suction* tidak kosong dari air sehingga pompa tetap terisi dan tidak bekerja kering. Hal ini sangat penting agar pompa tidak kehilangan prime dan tetap mampu mengekstraksi kondensat secara kontinu.

Menurut berbagai referensi teknis seperti *Marine Steam Turbines and Gearing Systems*, *ASME Steam Plant Operation Handbook*, dan manual pompa kondensat dari Shinko Industries, *balancing line* merupakan komponen standar dalam desain *condensate extraction pump*. Semua sumber tersebut menegaskan bahwa tanpa *balancing line*, pompa kondensat sangat rentan mengalami *cavitation* karena bekerja pada lingkungan bertekanan rendah dan dekat zona vakum. Oleh karena itu, *balancing line* menjadi bagian vital yang memastikan pompa beroperasi aman, stabil, dan efisien dalam sistem kondensasi kapal.

B. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menjadi dasar dalam penyusunan penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pencapaian yang telah diraih oleh peneliti sebelumnya serta berfungsi sebagai alat untuk perbandingan dan gambaran yang bisa memperkuat penelitian yang akan datang. Dengan begitu, akan memberikan wawasan yang lebih mendalam untuk setiap penelitian yang dilaksanakan. Di bawah ini terdapat tabel yang memuat penelitian terdahulu yang mendukung studi ini.

Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu

No	Peneliti/ Tahun	Judul Penelitian/ Sumber	Persamaan Variabel	Perbedaan Variabel	Hasil Penelitian
1.	M. Ridwan, Rosna Yuherlin a, Dimas Andika Putra (2020)	ANALISA DAN PENANGA NAN TERJADIN YA PENURUN AN KEVAKU MAN PADA KONDENS OR UTAMA TERHADA P KINERJA TURBIN UAP DI KAPAL LNG	Penurunan Tekanan Air Pendingin Kondensor	Kebocoran udara di dalam sistem instalasi turbin uap.	Saat pemeriksaan, terdeteksi adanya penurunan tekanan air pendingin yang menyebabkan kurangnya air pendingin pada kondensor utama. Jika jumlah air tidak sebanding dengan uap bekas yang masuk ke kondensor, maka akan ada banyak uap bekas yang tidak dapat mengembun, yang mengakibatkan penurunan vakum. Dalam analisis hasil penelitian dan pembahasan ini, penulis menerangkan faktor-faktor yang menjadi kendala dalam penurunan kevakuman pada kondensor utama serta dampak yang ditimbulkan terhadap

					performa turbin uap dan langkah-langkah yang diambil untuk menangani masalah tersebut. Vakum pada kondensor utama bisa bersifat fluktuatif. Tingkat vakum dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu air pendingin, tekanan air pendingin, nilai koefisien pengalihan panas, dan tingkat kebocoran udara. Uap yang masuk ke dalam kondensor utama berasal dari turbin uap, uap bekas turbo generator, dan dari katup-katup cerat. Uap tersebut mengalirkan panas pada air pendingin yang masuk dengan suhu tertentu dan keluar dengan suhu yang lebih tinggi daripada suhu sebelum air pendingin masuk. Keberadaan air pendingin sangat penting untuk mengembun sejumlah uap bekas. Jumlah air pendingin yang normal masuk ke sistem adalah 12000 m³ per jam, dan suhu air pendingin ditentukan oleh sumber air pendingin yang tersedia. Untuk
--	--	--	--	--	---

					keperluan kapal, sumbernya adalah air laut di luar lambung yang suhunya dapat bervariasi tergantung pada posisi kapal. Suhu air laut ini berkisar antara 0°C (di daerah kutub) hingga sekitar 30°C (di daerah tropis). Suhu air pendingin berpengaruh signifikan terhadap kelancaran proses kondensasi, dengan memperhitungkan faktor-faktor seperti kebocoran udara, kontaminasi, serta tekanan di dalam kondensor yang juga harus stabil. Terdapat hubungan antara jumlah air pendingin, suhu air pendingin, dan vakum yang dapat dicapai dalam kondensor. Pada gambar 1, terlihat bahwa semakin tinggi nilai vakum pada Kurva Performa Vakum Kondensor Utama, maka semakin rendah suhu air pendingin, yang berdampak pada meningkatnya proses kondensasi. Sebaliknya, penurunan nilai vakum dan
--	--	--	--	--	--

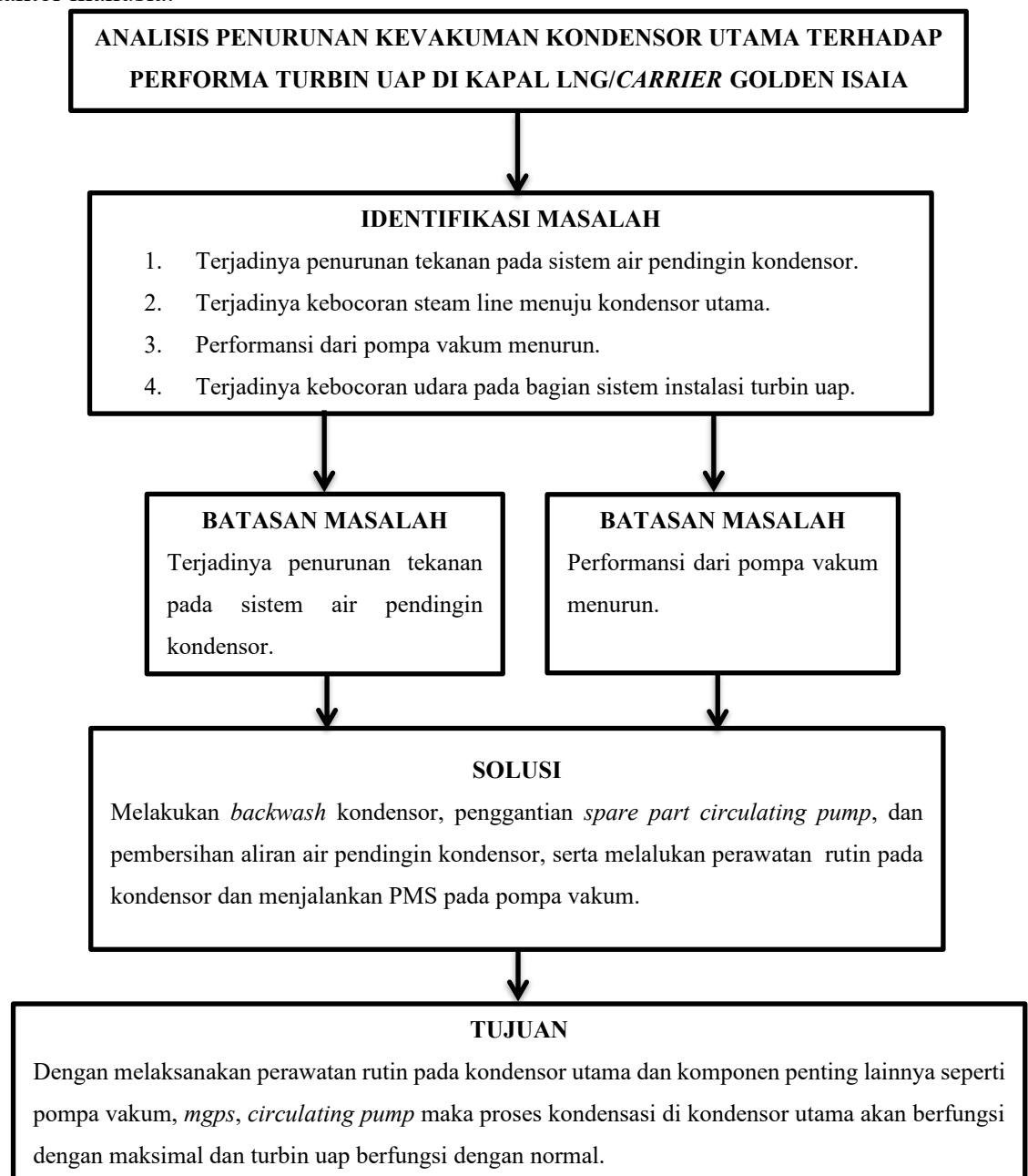
					peningkatan suhu air pendingin dapat mengakibatkan penurunan efisiensi proses kondensasi.
2.	Jurnal Dinamika Bahari Vol.9 No.1 Edisi Oktober (2018)	OPTIMALI SASI KINERJA MESIN PENDINGIN GUNA MENJAGA KUALITAS BAHAN MAKANAN DI ATAS KAPAL MT. PUJAWATI	Proses kondensasi belum maksimal.	Objek penelitian pada mesin pendingin bahan makanan	Kondensasi yang terhambat di kondensor bisa terjadi karena adanya kotoran atau lumpur yang menyumbat pipa-pipa kondensor, sehingga proses pendinginan freon oleh air pendingin tidak berjalan dengan baik. Penyumbatan pada pipa kondensor biasanya disebabkan oleh kurangnya perawatan pada kondensor atau karena kapal beroperasi di perairan dangkal seperti sungai yang terdapat banyak kotoran atau lumpur. Penyebab lain dari gangguan pada proses kondensasi adalah rendahnya tekanan air laut yang masuk ke dalam kondensor. Ini bisa terjadi akibat kebocoran pada sistem pendingin air laut yang mengalir ke kondensor, yang membuat pendinginan freon tidak optimal karena freon masih memiliki suhu tinggi, sehingga suhu yang

					diinginkan di ruang pendingin tidak tercapai.
3.	Muhamad Abryad Hasis Rinanto (2019)	OPTIMALISASI KINERJA KONDENSOR OR BANTU UNTUK MEMPERLAMBAT PROSES KONDENSASI	Penyumbatan pipa-pipa pendingin air laut.	Objek penelitian pada kondensor bantu dan pompa pendingin air laut.	Dampak dari penyumbatan pada pipa-pipa yang digunakan untuk mendinginkan air laut menyebabkan kinerja kondensor tambahan menurun, yang berujung pada berbagai masalah penting. Salah satunya adalah berkurangnya produksi air kondensat, sehingga kebutuhan air kondensat untuk sirkulasi, yang berfungsi sebagai bahan utama dalam menghasilkan uap, tidak tercapai. Adanya <i>fouling</i> atau endapan akan berdampak pada laju aliran, kecepatan, dan penurunan tekanan di kondensor tambahan. Selain itu, suhu kondensor akan meningkat hingga mencapai titik maksimum, yang mengakibatkan penurunan vakum. Hal ini bisa berisiko terhadap trip pada generator turbin uap, yang merupakan sumber daya bagi sistem distribusi kapal. Kebersihan

					kondensor tambahan yang menggunakan air pendingin sangat penting, karena di kapal LNG AQUARIUS, sistem pendinginan untuk mesin utama melibatkan air laut, yang sering kali tercemar oleh berbagai kotoran seperti sampah, biota laut, lumpur, dan kayu. Oleh karena itu, penyaring di sea chest, yang berfungsi sebagai filter untuk air laut yang masuk ke dalam sistem pendingin, harus rutin dibersihkan.
--	--	--	--	--	---

C. KERANGKA PEMIKIRAN

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dibuat dengan tujuan untuk memberikan panduan sistematis dalam menganalisis dan mengatasi masalah yang muncul dalam pengoperasian kondensor utama pada kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia. Dalam kinerja dari *main turbine*, kondensor utama memainkan peran vital untuk memastikan kapal berjalan dengan baik yang bertujuan agar tidak terjadi tekanan balik (*back pressure*) yang bisa mengakibatkan *main turbine auto slowdown*. Kerangka pemikiran ini dirancang untuk menyelidiki berbagai faktor yang mempengaruhi kinerja kondensor utama, baik dari sisi teknis, prosedural, maupun faktor manusia.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Setelah penulis membahas hasil penelitian dalam upaya menganalisis permasalahan yang terjadi pada kondensor utama di kapal LNG/*Carrier* Golden Isaia, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penurunan tekanan pada sistem air pendingin kondensor utama disebabkan oleh terhambatnya aliran air laut akibat kotoran seperti plastik, tumbuhan laut, biota laut, dan endapan yang menyumbat *tube* kondensor, *sea chest*, serta jalur pendingin. Hambatan tersebut menurunkan debit dan efektivitas perpindahan panas, sehingga uap bekas turbin tidak dapat terkondensasi secara maksimal. Dampaknya, temperatur kondensor dan hotwell meningkat, tekanan balik turbin bertambah, dan kevakuman kondensor mengalami penurunan. Upaya yang tepat untuk mengatasi masalah ini adalah melakukan *backwash*, pembersihan *tube* dan *sea chest*, pemeriksaan jalur *scoop*, serta memastikan sistem MGPS dan *circulating pump* bekerja sesuai standar.
2. Penurunan performansi pompa vakum disebabkan adanya penyumbatan *tube* pada *cooler vacuum pump*, pelaksanaan perawatan yang tidak terencana dan tidak mengikuti prosedur yang dianjurkan dalam *manual book* pompa vakum. Komponen internal pompa mengalami keausan seperti *impeller*, *shaft*, *bearing*, *seal* atau *mechanical seal* yang mengakibatkan penurunan kapasitas hisap dan efisiensi kerja pompa vakum dan juga disebabkan oleh filter pompa vakum yang kotor. Hal ini terjadi karena PMS (*Planned Maintenance System*) tidak dijalankan dengan baik dan apabila kondisi ini berlangsung terus-menerus maka akan menyebabkan turbin uap *auto slow down* bahkan dapat menyebabkan turbin *trip*.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan evaluasi yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah yang ditemukan dalam kondensor utama pada kapal LNG/*Carrier* Golden Isia:

1. Disarankan bagi *crew* kapal khususnya *engineer* untuk melaksanakan pembersihan sistem air pendingin kondensor secara terencana dan konsisten. *Backwash* kondensor utama sebaiknya dilakukan ketika terdapat indikasi kenaikan temperatur *outlet* air laut, penurunan tekanan/debit pendingin, atau setelah kapal beroperasi di perairan yang banyak mengandung sampah dan biota laut. Selain itu, *sea chest*, *strainer*, *scoop inlet*, *valve*, *tube condenser*, MGPS, dan *circulating pump* perlu diperiksa secara berkala agar aliran air laut tetap lancar dan proses kondensasi berlangsung optimal.
2. Disarankan bagi *crew* kapal atau *engineer* melakukan perawatan pompa vakum dengan mengacu pada prosedur yang tercantum dalam *instruction manual book* agar setiap langkah yang dilakukan sesuai standar teknis yang ditetapkan. Pelaksanaan perawatan yang dilakukan secara teliti dan menyeluruh akan membantu menjaga kondisi setiap komponen tetap dalam keadaan baik, sehingga sistem kondensor dapat beroperasi dengan stabil dan siap digunakan kapan pun dibutuhkan. Selain itu, pemeriksaan berkala sesuai jadwal *Planned Maintenance System* (PMS) juga perlu dijalankan secara konsisten untuk memastikan performa pompa tetap optimal serta mendukung kelancaran operasional kapal secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdussamad, Z. 2021. *Metode Penelitian Kualitatif*. CV Syakir Media Press. Makassar.
- Adji, R. 2018. *Pesawat Bantu*. Persatuan Pelaut Indonesia. Jakarta.
- Fauzan, R. 2011. *Evaluasi Performansi Kondensor Tipe Shell and Tube di PLTU PT Panasia Indosyntec Tbk*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- Fauzi, H. A. 2017. *Prioritas Penanganan Turunnya Vacuum pada Condenser Utama Turbin Uap di Kapal LNG/C Golar Mazo dengan Metode USG*. Skripsi. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang. Semarang.
- Gaslog. 2013. *Machinery Operating Manual*. Dokumen Internal Kapal LNG/C Golden Isaia.
- Hardani, Auliya, N. H., Andriani, H., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J. dan Istiqomah, R. R. 2020. *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. CV Pustaka Ilmu Group. Yogyakarta.
- Madejski, P., Kus, T., Michalak, P., Karch, M. dan Subramanian, N. 2022. *Direct Contact Condensers*. Encyclopedia MDPI. URL: <https://encyclopedia.pub/entry/39145>. Diakses tanggal 18 Mei 2026.
- Nasution, A. F. 2023. *Metode Penelitian Kualitatif*. Harfa Creative. Bandung.
- Pelaut.xyz. 2017. *Turbin Uap*. URL: <https://www.pelaut.xyz/2017/11/turbin-uap.html>. Diakses tanggal 18 Mei 2026.
- Prasetyo, Y. 2022. *Sistem Sirkulasi Air dan Uap Tertutup pada Instalasi Turbin Uap*. Artikel daring. Tempat publikasi belum teridentifikasi.
- Rakhman, A. 2013. *Prinsip Kerja Kondensor*. Rakhman.net. URL: <https://rakhman.net/power-plants-id/prinsip-kerja-kondensor/>. Diakses tanggal 18 Mei 2026.
- Ranggatama, G. 2020. Analisis Perancangan Pompa Sentrifugal pada Perancangan Shower Tester Booth di PT X. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*. 9(2):88-95.
- Ridwan, M., Yuherlina, R. dan Putra, D. A. 2020. Analisa dan Penanganan Terjadinya Penurunan Kevakuman pada Kondensor Utama terhadap Kinerja Turbin Uap di Kapal LNG. *Prosiding Seminar Pelayaran dan Riset Terapan*. 2(1):130-139. DOI: <https://doi.org/10.36101/pcsa.v2i1.134>.
- Rinanto, M. A. H. 2019. *Optimalisasi Kinerja Kondensor Bantu untuk Memperlancar Proses Kondensasi*. Skripsi. Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran. Jakarta.
- Saputra, H. 2020. Rancang Bangun Peralatan Uji Karakteristik Pompa Sentrifugal

- Susunan Seri dan Paralel untuk Pembelajaran Sistem Pompa dan Perpipaan. *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan*. 2(1):36-41. DOI: <https://doi.org/10.30871/jatra.v2i1.2857>.
- Shinko Industries Ltd. 2025. *Instruction Manual Book: Main Sea Water Circulating Pump and Vacuum Pump LNG/C Golden Isaia*. Shinko Industries Ltd. Jepang.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Cetakan ke-27. Alfabeta. Bandung.
- Suryaman, Y. dan Prayogo, D. 2018. Optimalisasi Kinerja Mesin Pendingin guna Menjaga Kualitas Bahan Makanan di Atas Kapal MT. Pujawati. *Dinamika Bahari*. 9(1):2165-2171. DOI: <https://doi.org/10.46484/db.v9i1.84>.
- Taruklangi, Y. 2023. *Pengertian dan Fungsi Sea Chest Kapal serta Perawatannya*. KaryaPelaut.com. URL: <https://www.karyapelaut.com/2023/11/pengertian-dan-fungsi-sea-chest-kapal.html>. Diakses tanggal 18 Mei 2026.
- Waskito, A. H. 2003. *Turbin Uap Kapal Laut ATT-IV*. PIP Semarang. Semarang.
- Wisnaningsih. 2019. Perencanaan Turbin Uap Penggerak Generator dengan Daya 100 MW pada 3000 RPM. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*. 4(1). DOI: <https://doi.org/10.24967/teksis.v4i1.637>.
- Wuryanti, S., Sya'diah, S. H. dan Melkias, A. A. 2024. Analisis Pengaruh Perubahan Tekanan Vakum Kondensor terhadap Performa Turbin Uap. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. 15(1):82-89. DOI: <https://doi.org/10.35313/irwns.v15i1.6281>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Ship Particular LNG/ Carrier Golden Isaia

DATE : 13/May/2025 Rev: 2.0 PAGE: 1 OF 2

GOLDEN ISAIA

Ship's Particulars

Flag	: INDONESIA	Hull No.	: 1586
Port of Registry	: JAKARTA	Year Built	: 2007
Call Sign	: YDVA2	Place Built	: Samsung Heavy Industry
Official No.	: 9321756	Keel laid	: 24 APRIL 2006
IMO No.	: 9321756	Vessel Type	: LNG CARRIER MK III
Launched	: 23-Jun-2006	Last Dry Dock	: 31-July-2025
Delivered	: 20-Mar-2007	Previous Name	: METHANE SHIRLEY ELISABETH
Class	A.B.S. #A1, Liquefied Gas Carrier © Ship Type 2G, +ACCU, NIBS,TCM, FL40, 5H-DLA, SCHM. Ship Type 2G (Membrane Tank, Max. Vapor pressure 250 mbar, minimum temperature -163°C Specific Gravity 500 Kg/m ³), SFA (40), UWILD & PMS includinf SMS.		
Owners	PT GOLDEN PRIMA MARITIM GHJ SUITE, 7TH FLOOR, JL. TANAH ABANG III NO. 18 GAMBIR JAKARTA PUSAT 10160, INDONESIA		
Managers	WILHELMSSEN SHIP MANAGEMENT SDN BHD 18TH FLOOR, 1 SENTRAL, JALAN TRAVERS, KUALA LUMPUR SENTRAL, 50470 KUALA LUMPUR, MALAYSIA		

	Gross Tonnage	Net Tonnage	Issue Date
International	95,753.00	28,726.00	23-October-2006
Suez Canal	99,138.45	86,082.93	13-March-2007

	DRAFT (Extreme) Metres	FREEBOARD Metres	DISPLACEMENT Metric Tons	DEADWEIGHT Metric Tons	TONS PER cm
SUMMER	12.025	8.751	108,586.3	78,996.8	101.5
TROPICAL	12.275	8.501	111,087.9	81,498.4	101.9
WINTER	11.775	9.001	106,056.6	76,467.1	100.9
LIGHT SHIP	3.691	17.086	29,589.5		87.8
BALLAST CONDITION	9.736	11.036	85,916.1	56,376.0	97.1
FRESH WATER ALLOWANCE	268mm				

L.O.A.	: 283.062 mtrs	R.P.M.	BALLAST	LOADED
L.B.P.	: 270.000 mtrs	25	5.9	5.8
Breadth Moulded	: 43.400 mtrs	35	8.3	8.1
Depth (Moulded)	: 26.000 mtrs	45	10.6	10.5
Distance K.T.M.	: 55.400 mtrs	53	12.5	12.3
Freeboard Deck	: 20.740 mtrs	87	20.5	20.2
Upper Edge of Deck Line	: 5.262* mtrs	90	21.3	20.9

* Below the top of upper deck steel

Bow Thruster	: 1 x 2500KW	Rudder Angle	: Max. Astern : 53 - 63 R.P.M.
Bow Thruster Type	: Variable Pitch Propeller		: Max. Normal 35° Max. Manouvering 45°

Propulsion Engine	: KAWASAKI H.I. STEAM TURBINE UA
Engine Power Normal	: 33,550 SHP @ 86.9 RPM
Engine Power Max.	: 39,500 SHP @ 90.0 RPM
Engine Power Astern Max.	: 27,650 SHP @ 63.0 RPM
Consumption	: 182 Tons H.F.O.
Cruising Range @ NCR	: 13,000 N. Miles
Propeller	: Fixed R.H. 5 Blades Diam. = 8.60 mtrs M/Pitch = 7.056 mtrs

Sat Line	Voice : +62 21 5086 4383	Inmarsat C	ID : 452505177
	Voice : +62 21 3950 4746		ID : 452505178
FBB	Voice : +870 773 272 966		
M.M.S.I.	: 525401676		
E - Mail	: master.goldenisai@ship.wilhelmsen.com		

DATE : 16/Sep/2022

Rev:0

PREP: HSSE

APPROVED: CEO

PAGE: 2 OF 2

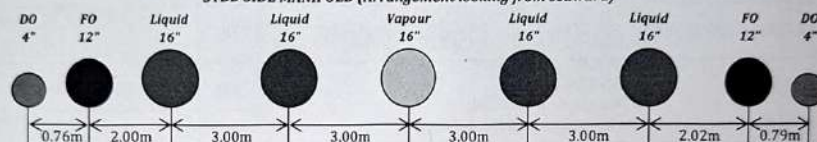
FILE: M.18

FORM No. VSL-G-028

Bridge Front to Bow	=	222.11	Meters
Bridge Front to Stern	=	60.95	Meters
Keel Height to Mast	=	55.835	Meters
Keel Height with Collapsed Mast Top	=	49.92	Meters
Keel Height to Fore Mast	=	46.50	Meters
Keel Height to Manifold	=	31.50	Meters
Center of Cargo Manifolds to Bow	=	142.814	Meters
Center of Cargo Manifolds to Base Line	=	30.80	Meters
Center of Cargo Manifolds to Stern	=	140.25	Meters
Between Manifold Centers	=	3.00	Meters
Manifold Center to Deck	=	4.80	Meters
Manifold Flange to Ship's Side	=	3.15	Meters
Height of Center of Manifolds Above W.L. @ M Draft	=	21.20	Meters
Lateral Windage area	=	6,386.5	m ²
Vertical Windage area	=	1,283	m ²
Parallel Mid Body Forward and Aft of Vapour Manifold Centre			
Ballast Condition	Aft	85.01	Mtrs
Loaded Condition	Aft	91.07	Mtrs
	Fwd	57.92	Mtrs
	Fwd	61.34	Mtrs

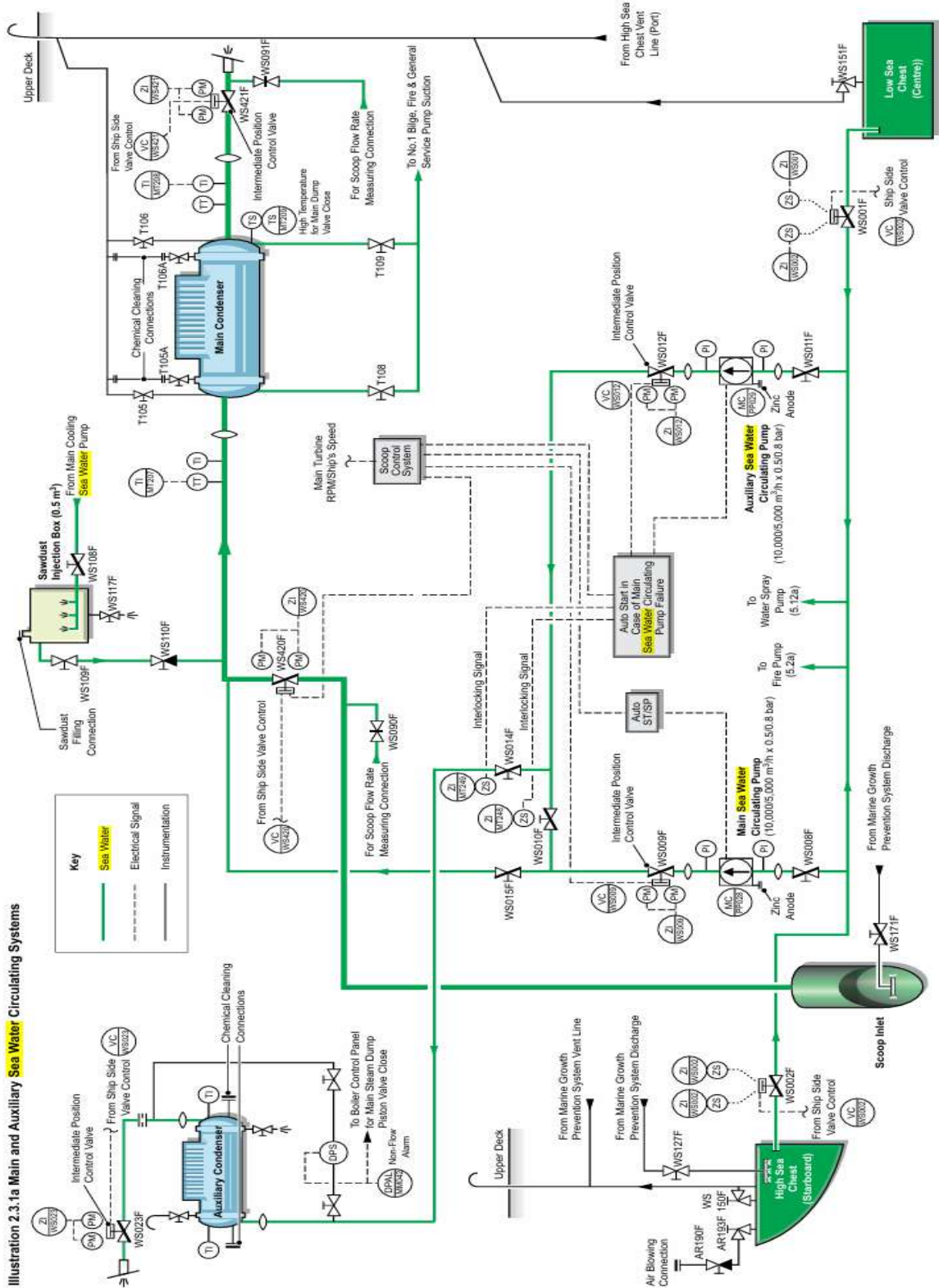
PORT SIDE MANIFOLD (Arrangement looking from seaward)

STBD SIDE MANIFOLD (Arrangement looking from seaward)

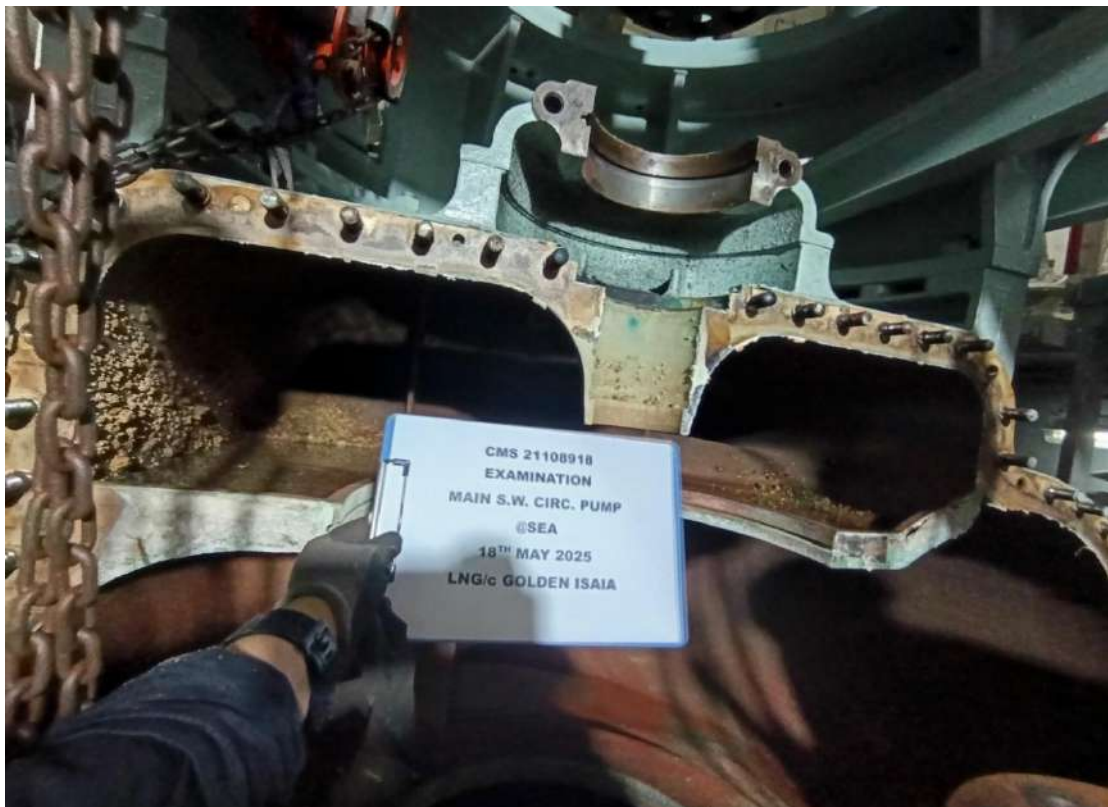
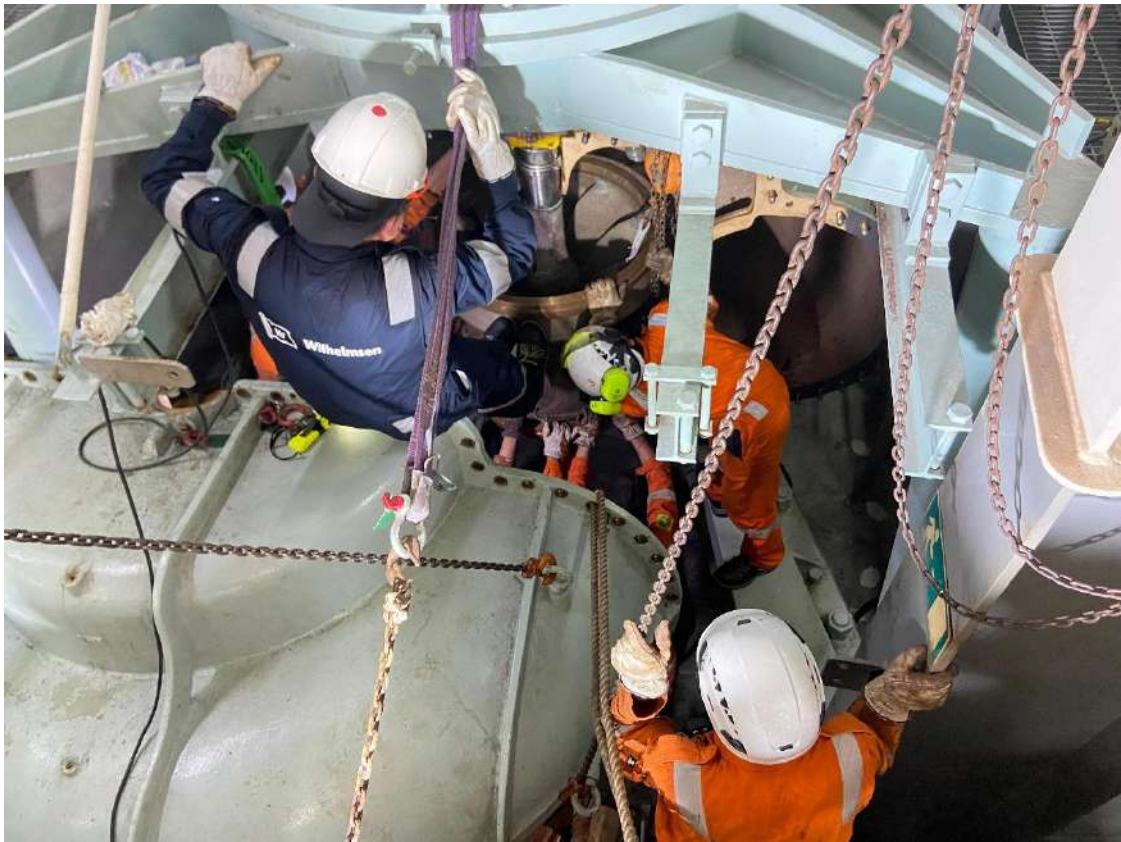


Liquid Manifolds	=	4 x 16" Each Side, ND 400 ASA 150, Raised Face, Serrated			
Vapour Manifolds	=	1 x 16" Each Side, ND 400 ASA 150, Raised Face, Serrated			
Anchors - Mooring Winches and No of Drums with Ropes and Tails - Bollards - Em. Towing Equipment					
Anchors	:	2 Bow "Hall" Anchors (Port & Stbd) 12,675 Kg each			
Chain	:	14 Shackles x 27.5 mtrs (385 mtrs) Cable Diam. 100mm			
Windlasses Heaving Speed	:	9 mtrs/min = 3.0 min/shackle			
Mooring Winches Fore Deck	:	3 double & 1 3ple winch with 9 ropes/drums - BHC 76.2 T - 30 MT x 15m/min			
Mooring Winches Aft Decks	:	4 double & 1 3ple winch with 11 ropes/drums - BHC 76.2 T - 30 MT x 15m/min			
Ropes	:	20 Pcs L= 200m, D= 44mm, Breaking Strength= 128 Tons (Plus 2 spares)			
Tails	:	20 Pcs L= 11m, D= 100mm, Breaking Strength= 168 Tons (Plus 2 spares)			
Bollards	:	Main: SWL 101 Tons Towing: SWL 200 Tons			
Sunken Tug Bitts	:	4 Pairs Each Side, 1 Pair at Transom with SWL 75 Tons, 4.5 m above Water Line			
FWD Emergency Towing Eq.	:	SWL 200 Tons, Chafing Chain 76mm, Length 8.1 m, on Smit Bracket			
AFT Emergency Towing Eq.	:	SWL 200 Tons, Towing Pennant & Pick up Gear Using 80mm x 100 m Wire Rope			
Inert Gas System	:	Smit Gas Generator - 2 Fans - Capacity 14000 m ³ /h @ 250mb - DP -45°			
N ₂ Generator	:	Air Products - 2 Set - 97% Purity - Capacity 100m ³ /h			
Height of centre manifold above water line on Arrival / Departure Loading ports :					
On Arrival :	=	21.20 Mtrs	On Departure :	=	19.50 Mtrs
Cargo Tanks Capacity (100%)	=	145,487.917 m ³	Max. Loading Rate	=	12000 m ³
Cargo Tanks Capacity (98.9%)	=	143,887.550 m ³	Max. Discharging Rate	=	12000 m ³
Maximum Design Pressure	=	250 mb	Max. Manifold Pressure	=	7 Bar
Minimum Working Tank Pressure	=	60 mb			
Minimum Design Pressure	=	-10 mb			
Maximum Specific Weight LNG	=	500 kg/m ³			
Cargo Tanks Type	=	GTT MARK III, SUS 304L MEMBRANE			
Type of Custody Transfer Measurements System		: SAAB			
Total Water ballast tanks Capacity	=	55709.60 m ³			
Total Fresh Water Capacity	=	936.4 m ³			
Total Fuel Oil Tanks capacity @ 95%	=	6912.8 m ³ + LSFO 474.8 m ³			
Total Diesel Oil tanks Capacity @ 95%	=	328.6 m ³			
Gas Oil Tank Capacity @ 95%	=	140.5 m ³			
Bunkering Rate for Fuel Oil	=	725 m ³ /hr			
Bunkering Rate for Diesel Oil	=	100 m ³ /hr			
Cargo Pumps	:	8 x 1700 m ³ / hour	@	1780 rpm	total head : 155 MWG
Stripping / Spray Pumps	:	4 x 50 m ³ / hour	@	3560 rpm	total head : 145 MWG
Emergency Pumps	:	1 x 550 m ³ / hour	@	3560 rpm	total head : 155 MWG
Ballast Pumps	:	3 x 3000 m ³ / hour			total head : 30 MWG
Eductors	:	1 x 300 m ³ / hour			
Type of E.S.D. system and type of Connectors					
Fibre Optic	:	NFI 6-way Furukawa compatible FO connector			
Electrical (Pyle National Connector)	:	Compatible 37-way receptacle & compatible 4-way receptacle			
Electrical (Miyaki Denki Connector)	:	21 CE-P-T Miyaki 6-way receptacles			
Pneumatic	:	1. NITTA MUA 1/2" Male, 2. QDC-H(NITTA) 1" Female			
Hose Handling (2 lines)	:	1. 1 1/2" SWL: 5 Tons, Radius 25m			
Fire Fighting (2 lines)	:	1. 1 1/2" SWL: 5 Tons, Radius 18m			
Machinery Room Crane	:	1 (ONE), SWL: 6 Tons, Radius 2 - 10 m			

Illustration 2.3.1a Main and Auxiliary Sea Water Circulating Systems

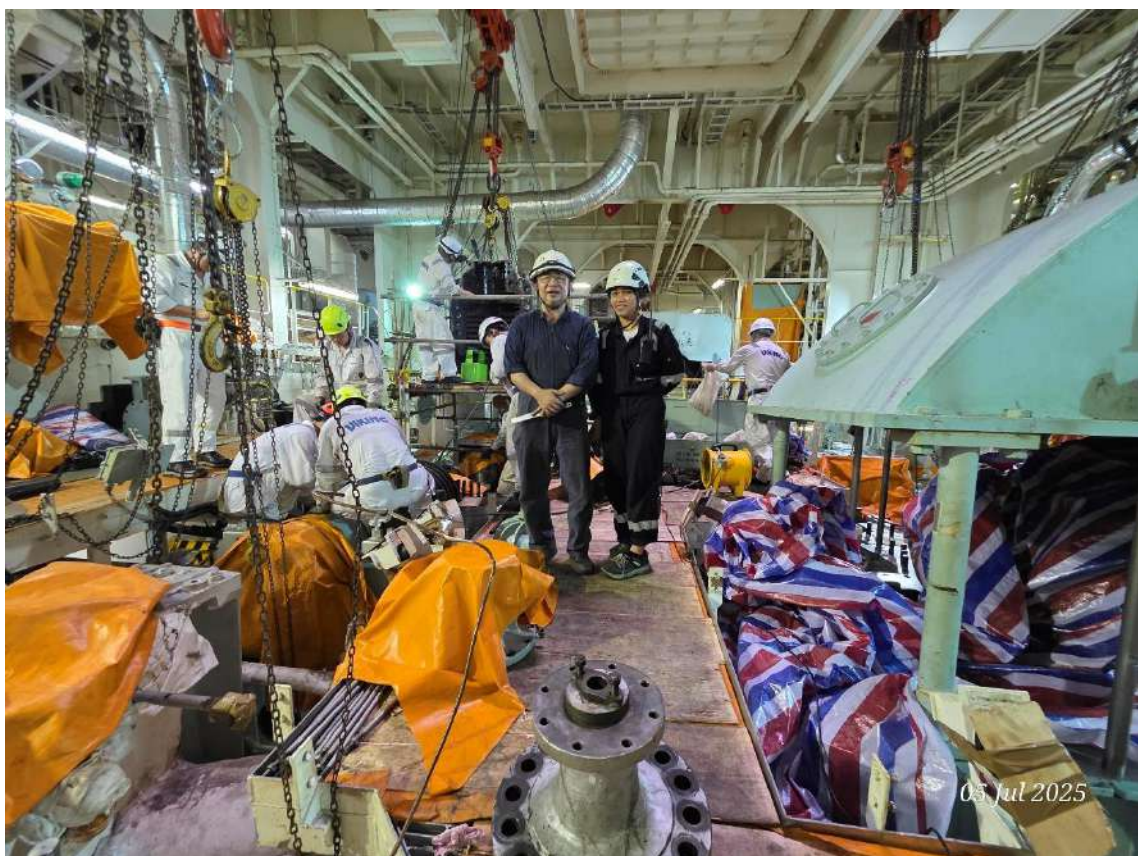


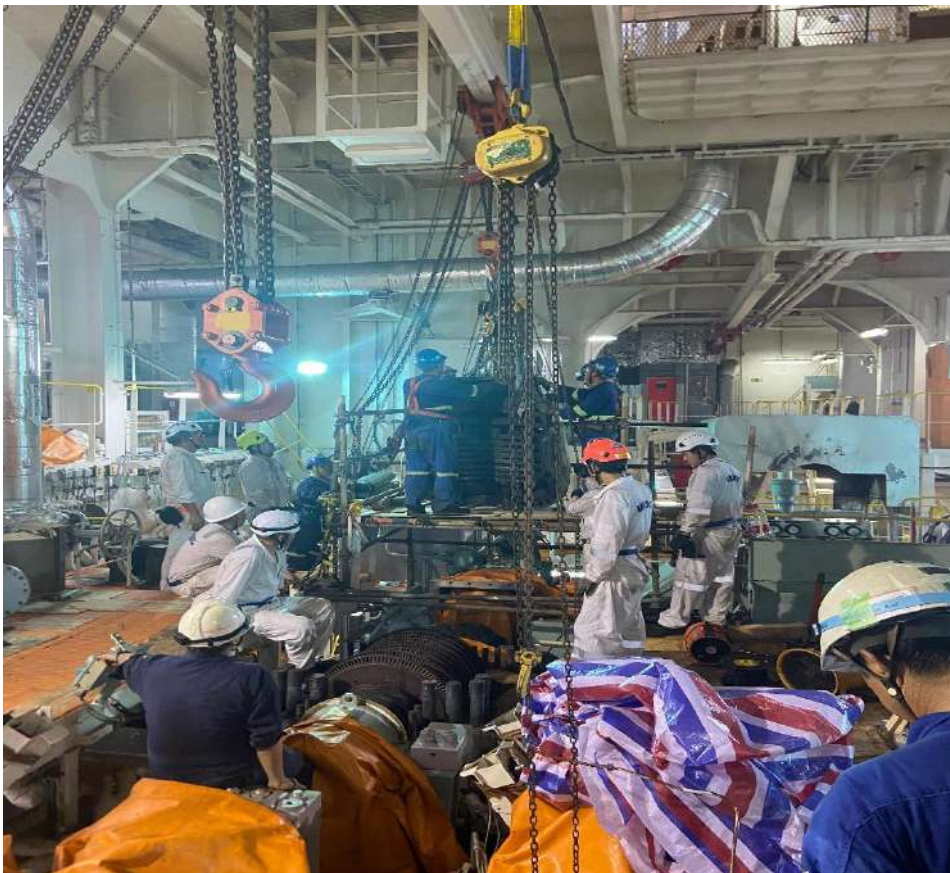
Lampiran 3. Dokumentasi *Overhaul Main Sea Water Circulating Pump*





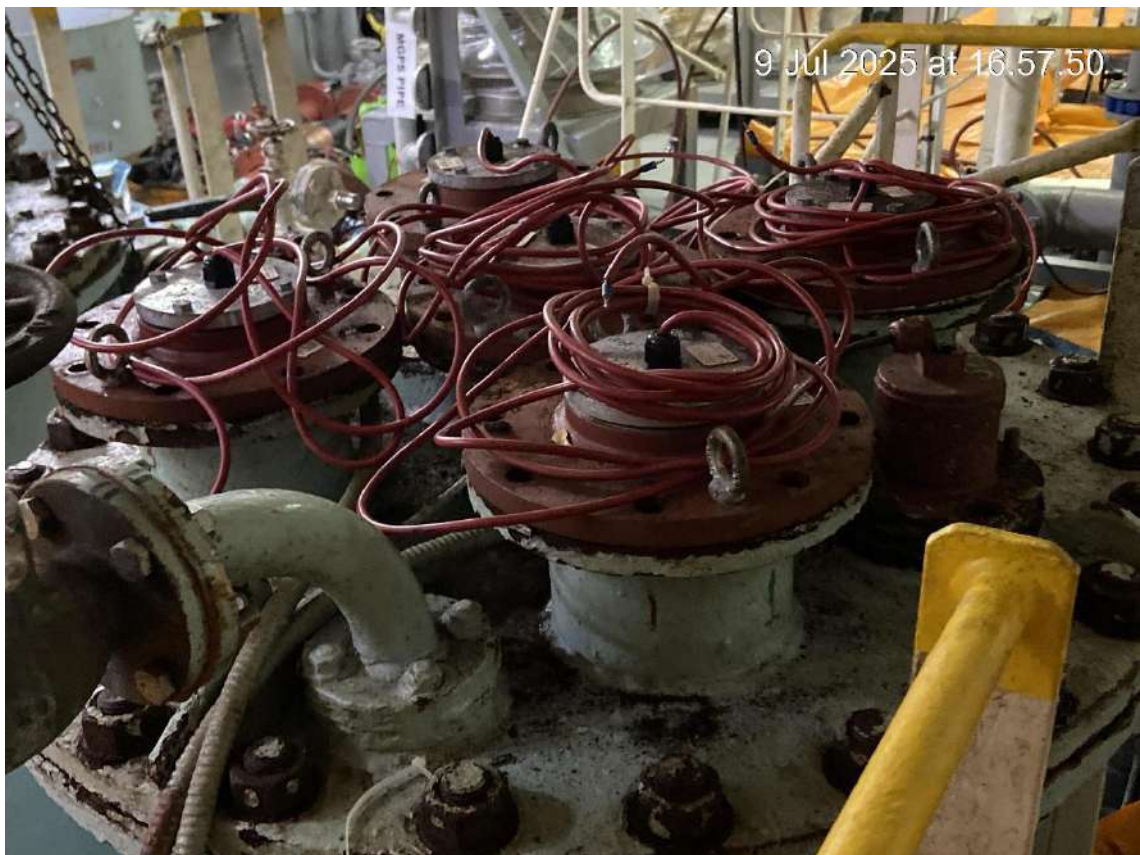
Lampiran 4. Dokumentasi *Overhaul Main Turbine*





Lampiran 5. Dokumentasi *Overhaul* MGPS





Lampiran 6. Dokumentasi *Overhaul Main Condenser* (Kondensor Utama)



Lampiran 7. Dokumentasi Sebelum dan Sesudah dibersihkan Kondensor Utama

Sebelum dibersihkan



Sesudah dibersihkan



Lampiran 8. Crewlist LNG/ Carrier Golden Isaia

CREW LIST									
1. Name of ship		2. Port of call / departure		3. Date of issuance notice					
GOLDEN ISAIA		Labuhan Maringgai, FSRI Lampung		13-Jun-25					
4. Nationality of ship		5. Port of call to		6. Name and No. of duty document					
INDONESIA		Singapore		0104014000					

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



Capt. Kusuma Agustinus Kurniawan
 Master

Lampiran 9. Mutasi Naik



MUTASI SIGN ON

MUTASI NO. : 1108/WLHM-CRW/VIII/2024
TANGGAL SIGN ON : 9 Aug 2024
TEMPAT SIGN ON : JAKARTA
KEPADA : ANGELINA LUMBANTORUAN
JABATAN : ENGINE CADET
KAPAL : GOLDEN ISAIA

KETERANGAN

Setibanya Saudara di Kapal agar segera melapor kepada **Nahkoda** dengan menyerahkan mutasi sign on yang telah diketahui/ditandatangani oleh **Equinox Bahari Utama**.

Equinox Bahari Utama

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Randy Fadly', is written over a green oval background.

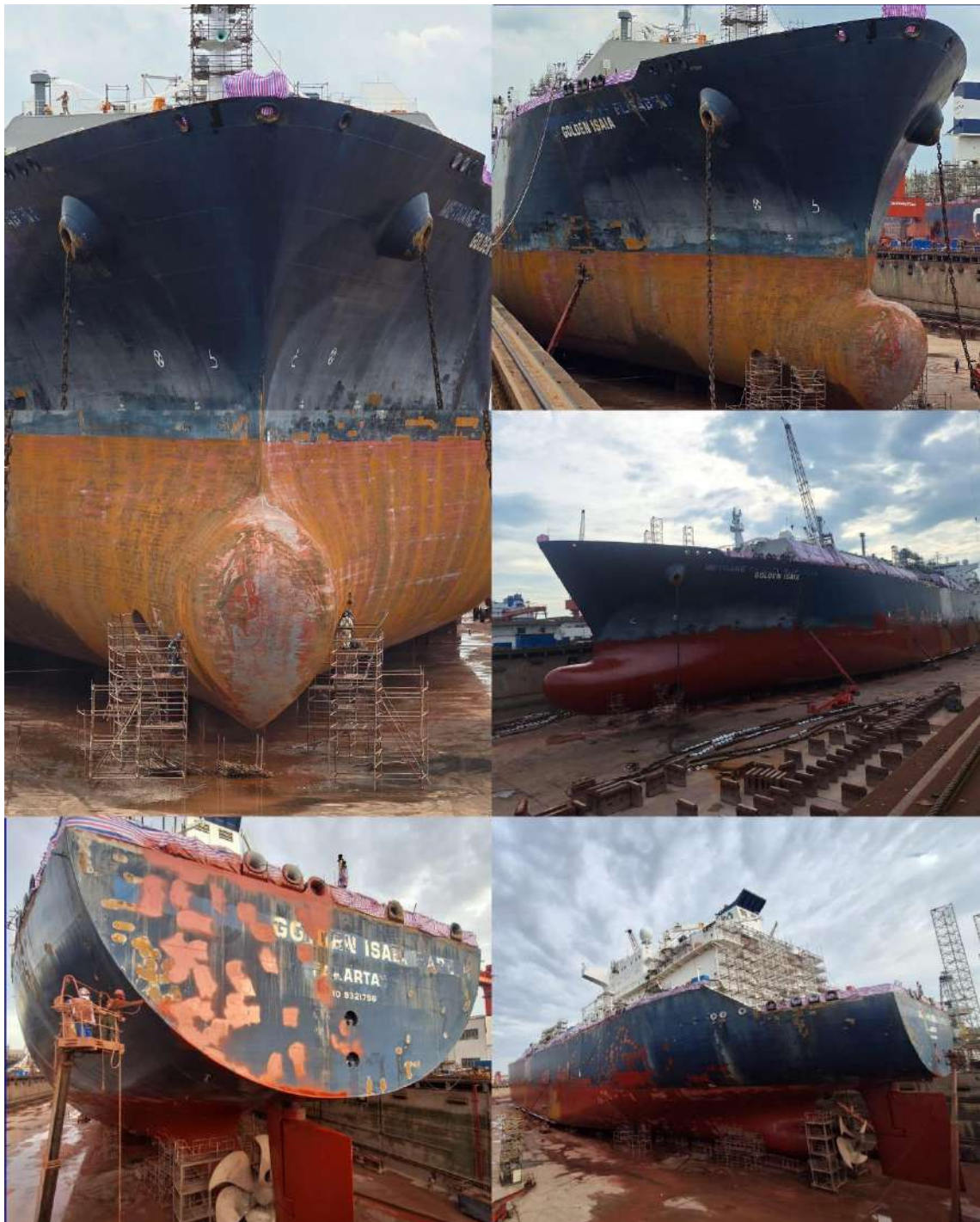
RANDY FADLY
Crewing Officer

PT. EQUINOX BAHARI UTAMA
Globe Building, 5th Floor, Jl. Warung Jati Barat Kav. 31-33, Jakarta 12740
Telp. +62 21 79187007, Fax. +62 21 79187098

Lampiran 10. Kapal LNG/ *Carrier* Golden Isaia



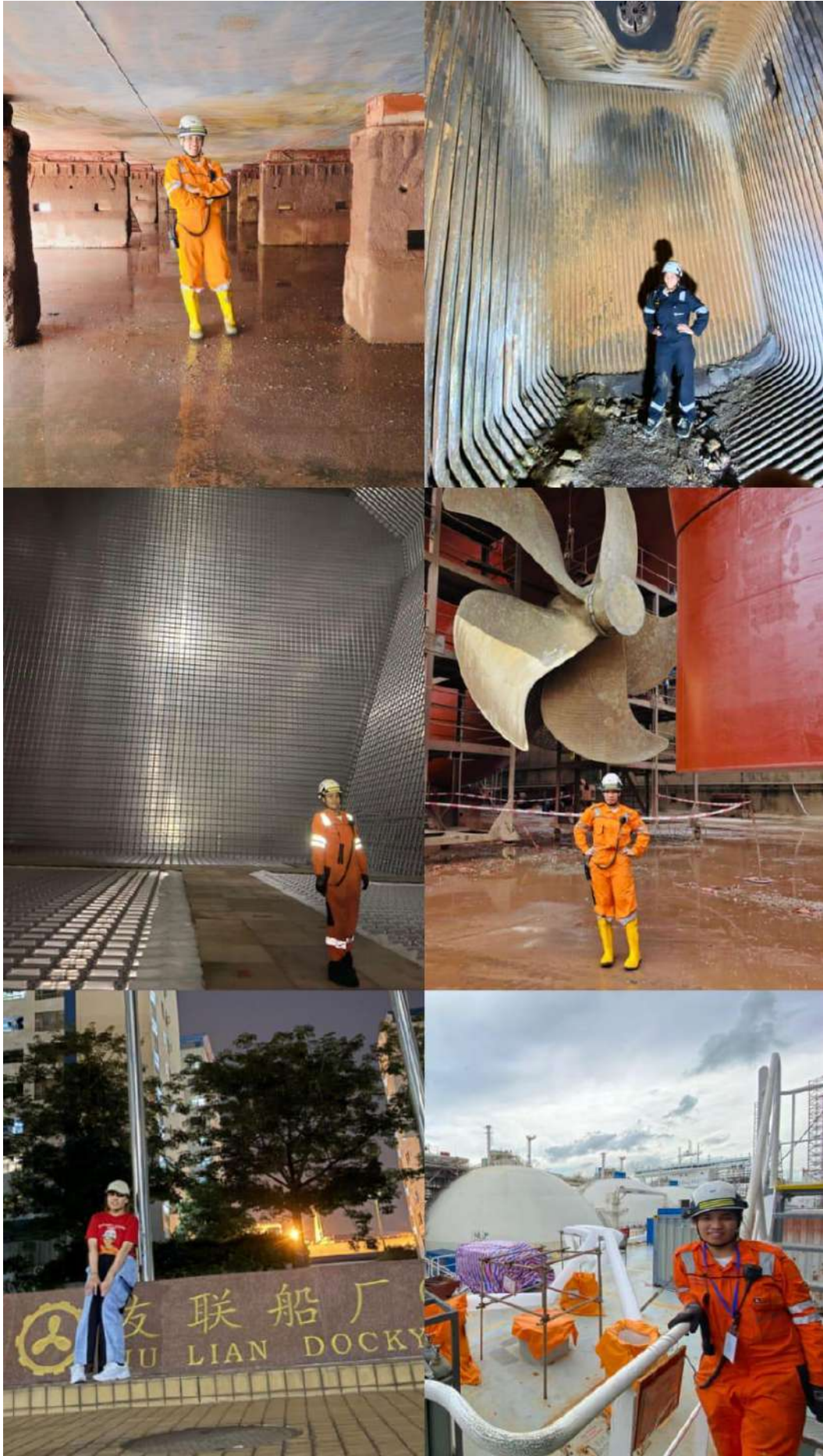
Lampiran 11. Dokumentasi Kapal pada saat *Docking*



Lampiran 12. Dokumentasi







Lampiran 13. Catatan Lapangan Hasil Wawancara Narasumber 1

CATATAN LAPANGAN HASIL WAWANCARA NARASUMBER 1

Pewawancara : Angelina Lumbantoruan
Nama Narasumber : Chief Mahyudin Syafdinur
Jabatan : *Chief Engineer*
Tanggal : November 2024 - Agustus 2025

Catatan Wawancara:

A. Pertanyaan Umum

1. Izin Chief, selama saya praktik di kapal Golden Isaia, saya melihat kondensor utama sangat berpengaruh terhadap kerja turbin uap. Menurut Chief, seberapa penting peran vakum kondensor utama dalam operasi turbin?

Jawaban:

Peran vakum kondensor itu sangat penting. Kalau vakum bagus, uap bekas dari turbin bisa mengalir lancar ke kondensor dan berubah kembali menjadi kondensat. Dengan begitu tekanan balik ke turbin tetap rendah. Tetapi kalau vakum turun, *back pressure* naik, kerja turbin menjadi lebih berat, efisiensi turun, dan dalam kondisi tertentu bisa memicu alarm atau bahkan *slowdown*. Jadi bagi saya, menjaga vakum kondensor sama dengan menjaga kelancaran operasi turbin utama

2. Izin Chief, berdasarkan pengalaman Chief, ketika terjadi penurunan vakum, bagian mana yang biasanya diperiksa lebih dulu oleh kru mesin?

Jawaban:

Biasanya kami mulai dari hal yang paling memengaruhi proses kondensasi, yaitu aliran air pendingin dan kerja *vacuum pump*. Air pendingin harus cukup, tekanannya stabil, dan tidak boleh terhambat oleh kotoran di *sea chest*, *strainer*, *valve*, atau *tube* kondensor. Setelah itu kami lihat *vacuum pump*, terutama *sealing water*, *cooler*, *separator tank*, dan kemungkinan adanya udara yang masuk ke sistem. Pemeriksaan harus berurutan supaya penyebabnya tidak salah dibaca.

B. Penyebab Penurunan Tekanan pada Sistem Air Pendingin Kondensor

1. Izin Chief, dalam kondisi operasi normal, apa yang paling sering menyebabkan tekanan air pendingin ke kondensor menurun?

Jawaban:

Penyebab yang paling sering adalah hambatan pada jalur air laut. Hambatan itu bisa berasal dari *strainer sea chest* yang kotor, *tube* kondensor yang mulai *fouling*, *valve* yang tidak terbuka penuh, atau performa *circulating pump* yang menurun. Karena air laut membawa pasir, lumpur, biota laut, dan sampah kecil, sistem pendingin memang harus diawasi terus. Kalau hambatan makin besar, tekanan turun dan volume air yang masuk ke kondensor tidak lagi mencukupi.

2. Kalau tekanan air pendingin turun, apa dampaknya terhadap proses kondensasi di *main condenser*, Chief?

Jawaban:

Dampaknya langsung terasa pada kemampuan kondensor menyerap panas dari *exhaust steam*. Air pendingin yang masuk berkurang membuat perpindahan panas tidak maksimal. Akibatnya sebagian uap bekas tidak cepat mengembun, tekanan absolut di dalam kondensor naik, dan vakum turun. Kalau dibiarkan, beban turbin meningkat karena tekanan balik menjadi lebih besar.

3. Izin Chief, bagaimana Chief menilai apakah masalahnya berasal dari *strainer sea chest* atau dari pompa pendingin?

Jawaban:

Kami bandingkan beberapa indikasi. Kalau *suction pressure* turun dan ada perbedaan tekanan sebelum dan sesudah *strainer*, biasanya *strainer* kotor. Kalau motor pompa berbeban tidak normal, getaran naik, arus listrik berubah, atau *discharge pressure* tidak sesuai meskipun *strainer* bersih, maka pompa perlu dicurigai. Jadi tidak cukup melihat satu *gauge* saja. Operator harus membaca tekanan, temperatur, arus motor, posisi *valve*, dan kondisi aliran secara bersamaan.

4. Apakah *fouling* pada *tube* kondensor bisa ikut menyebabkan tekanan air pendingin turun, Chief?

Jawaban:

Bisa. *Fouling* membuat luas aliran di dalam *tube* menjadi lebih sempit dan tahanan aliran meningkat. Akibatnya *pressure drop* bertambah. Selain itu, *fouling* juga menghambat perpindahan panas. Jadi kerugiannya dua sekaligus, aliran air pendingin berkurang dan kemampuan pendinginan juga turun. Itulah sebabnya *backwash* dan *cleaning tube* menjadi pekerjaan penting dalam perawatan kondensor.

5. Izin Chief, apakah posisi *valve* juga bisa menjadi penyebab tekanan air pendingin tidak normal?

Jawaban:

Tentu bisa. *Valve* yang tidak terbuka penuh akan menjadi *restriction* pada aliran. Kadang masalah seperti ini terlihat sederhana, tetapi dampaknya besar. Karena itu sebelum menyimpulkan pompa rusak atau kondensor kotor, kru harus memastikan semua *valve* pada line pendingin berada pada posisi operasi yang benar, termasuk *valve inlet*, *outlet*, *crossover*, dan *valve* yang berhubungan dengan *mode pump* atau *scoop*.

6. Saat kapal menggunakan *scoop cooling system*, apa yang perlu diperhatikan agar aliran pendingin tetap cukup, Chief?

Jawaban:

Scoop bekerja efektif ketika kecepatan kapal dan putaran poros sudah mencukupi. Kalau *speed* turun atau kondisi laut membuat aliran tidak stabil, suplai dari *scoop* bisa berkurang. Operator harus memantau mode operasi di IAS dan memastikan perpindahan dari *pump* ke *scoop* atau sebaliknya berjalan sesuai prosedur. Jangan sampai ada momen aliran pendingin terputus karena urutan *valve* tidak benar.

7. Izin Chief, apakah *Marine Growth Protection System* atau MGPS berpengaruh terhadap tekanan air pendingin?

Jawaban:

Berpengaruh secara tidak langsung. MGPS membantu mencegah pertumbuhan organisme laut di *sea chest* dan jalur air laut. Kalau MGPS tidak bekerja baik, *marine growth* bisa menumpuk dan menghambat aliran. Hambatan itu lama-lama membuat tekanan dan debit air pendingin turun. Jadi MGPS bukan hanya pelengkap, tetapi bagian dari pencegahan *fouling* biologis di sistem air laut.

8. Kalau tekanan air pendingin mulai turun saat kapal berlayar, langkah awal apa yang biasanya Chief arahkan kepada kru mesin?

Jawaban:

Pertama, pastikan kondisi aman dan beban mesin tetap terkendali. Kedua, cek tekanan dan temperatur air pendingin, posisi *valve*, status pompa atau *scoop*, dan alarm di IAS. Ketiga, lakukan *backwash* bila prosedur memungkinkan. Kalau indikasinya mengarah ke *strainer* tersumbat, siapkan pembersihan sesuai kondisi operasi. Kalau pompa bermasalah, *standby pump* harus siap digunakan.

Prinsipnya, aliran pendingin harus dikembalikan secepat mungkin tanpa menimbulkan risiko baru.

9. Menurut Chief, mengapa pembersihan *strainer* dan *backwash* kondensor tidak boleh ditunda?

Jawaban:

Karena kotoran yang dibiarkan akan membuat hambatan aliran makin besar. Pada awalnya mungkin hanya terlihat sebagai penurunan tekanan kecil, tetapi lama-kelamaan temperatur kondensor naik dan vakum turun. Kalau sudah mengganggu turbin, penanganannya menjadi lebih sulit. Perawatan rutin lebih aman daripada menunggu sistem menunjukkan alarm.

10. Izin Chief, dari sisi manajemen perawatan, apa yang paling penting agar tekanan air pendingin kondensor tetap stabil?

Jawaban:

Yang paling penting adalah menjalankan PMS dengan disiplin dan mencatat *trend* operasi. Tekanan, temperatur, kondisi *strainer*, performa *circulating pump*, status MGPS, dan hasil *backwash* harus terdokumentasi. Dari catatan itu kita bisa melihat gejala sejak awal. Kalau *trend* menunjukkan tekanan mulai turun atau temperatur outlet naik, kru bisa mengambil tindakan sebelum vakum kondensor benar-benar terganggu.

C. Penyebab Performansi Pompa Vakum Menurun

1. Izin Chief, bagaimana Chief melihat peran *vacuum pump* dalam menjaga kevakuman kondensor utama?

Jawaban:

Vacuum pump bertugas mengeluarkan gas yang tidak bisa terkondensasi, terutama udara dan campuran uap air dari kondensor. Kalau gas itu tidak dikeluarkan, ruang kondensor tidak bisa mempertahankan tekanan rendah. Jadi meskipun air pendingin cukup, vakum tetap bisa turun kalau *vacuum pump* tidak bekerja baik.

2. Apa tanda awal yang biasanya menunjukkan performansi *vacuum pump* mulai menurun, Chief?

Jawaban:

Tandanya bisa terlihat dari vakum yang sulit mencapai nilai normal, waktu pembentukan vakum lebih lama, *suction pressure* tidak sesuai, suara pompa berubah, temperatur *sealing water* naik, atau arus motor tidak stabil. Kadang

indikasinya tidak langsung ekstrem, tetapi *trend*-nya perlahan menurun. Karena itu data harian penting untuk dibandingkan.

3. Izin Chief, untuk *vacuum pump* jenis *liquid ring*, bagian apa yang paling menentukan kinerjanya?

Jawaban:

Yang paling menentukan adalah kondisi *liquid ring* atau *sealing water*. Air ini membentuk cincin cair di dalam casing pompa. Kalau jumlahnya kurang, temperaturnya terlalu tinggi, atau alirannya terganggu, kemampuan pompa menghisap gas akan turun. Selain itu kondisi *impeller*, *casing*, *separator tank*, *cooler*, dan *air ejector* juga harus diperhatikan.

4. Apakah temperatur *sealing water* dapat menyebabkan performansi *vacuum pump* menurun, Chief?

Jawaban:

Ya. Kalau *sealing water* terlalu panas, kemampuan pompa membentuk vakum akan berkurang karena tekanan uap air meningkat. Akibatnya pompa tidak dapat mencapai *suction pressure* yang diharapkan. Itulah sebabnya *cooler* pada *vacuum pump* harus bekerja baik dan aliran pendinginnya tidak boleh tersumbat.

5. Bagaimana pengaruh strainer atau jalur pendingin *vacuum pump* terhadap performanya, Chief?

Jawaban:

Kalau *strainer* kotor atau jalur pendingin tersumbat, *cooler* tidak mampu menurunkan temperatur *sealing water* dengan baik. Dampaknya bukan hanya temperatur naik, tetapi *vacuum pump* menjadi kurang efektif mengeluarkan udara dari kondensor. Jadi masalah kecil di strainer dapat berakhir sebagai penurunan performa *vacuum pump*.

6. Izin Chief, apakah kebocoran udara pada sistem juga bisa membuat *vacuum pump* terlihat seperti tidak bekerja normal?

Jawaban:

Bisa. Kalau ada air ingress dari *flange*, *gasket*, *gland*, *drain line*, atau sambungan yang kurang rapat, *vacuum pump* akan bekerja lebih berat karena udara yang masuk terus bertambah. Dalam kondisi itu, pompa sebenarnya mungkin masih bekerja, tetapi beban udara yang harus dikeluarkan melebihi kemampuan normalnya. Karena itu pemeriksaan kebocoran udara harus dilakukan bersamaan dengan pemeriksaan pompa.

7. Apakah *air ejector* pada unit *vacuum pump* juga perlu diperiksa, Chief?

Jawaban:

Perlu. *Air ejector* membantu meningkatkan kemampuan penghisapan pada kondisi tertentu. Kalau *nozzle, line*, atau komponen ejector kotor dan tidak bekerja sesuai desain, proses ekstraksi udara bisa terganggu. Jadi *vacuum pump* tidak boleh dilihat sebagai satu pompa saja, tetapi sebagai satu unit lengkap dengan *ejector, cooler, separator, valve*, dan instrumentasinya.

8. Izin Chief, bagaimana dampak keausan *impeller* atau *mechanical part* terhadap performansi *vacuum pump*?

Jawaban:

Keausan membuat celah internal berubah dan efisiensi volumetrik menurun. Akibatnya pompa tidak mampu menghisap dan mengompresi gas seperti kondisi baru. Gejalanya bisa berupa penurunan kapasitas, getaran, suara tidak normal, atau vakum yang tidak tercapai. Kalau sudah seperti itu, pemeriksaan internal dan penggantian spare part harus dipertimbangkan.

9. Ketika *vacuum pump* menunjukkan performa menurun, apa tindakan yang biasanya Chief prioritaskan?

Jawaban:

Saya biasanya prioritaskan pemeriksaan sederhana tetapi kritis dulu, yaitu level dan aliran *sealing water, temperatur cooler*, posisi *valve*, kondisi *strainer*, serta pembacaan *suction* dan *discharge*. Setelah itu baru melihat kemungkinan air ingress dan kondisi mekanis pompa. Kalau ada standby pump, kami bisa membandingkan performanya untuk memastikan apakah masalah berasal dari unit pompa atau dari sistem kondensor.

10. Menurut Chief, apa langkah perawatan paling penting agar performansi vacuum pump tetap stabil?

Jawaban:

PMS harus dijalankan sesuai jadwal. Strainer dibersihkan, *cooler* diperiksa, *sealing water* dijaga, *separator tank* dikontrol, *valve* dicek, dan performa pompa dicatat. Selain itu kru harus peka terhadap perubahan suara, getaran, temperatur, dan waktu pencapaian vakum. *Vacuum pump* biasanya memberi tanda lebih dulu sebelum benar-benar gagal, tinggal bagaimana kru membaca tanda itu.

Lampiran 14. Catatan Lapangan Hasil Wawancara Narasumber 2

**CATATAN LAPANGAN HASIL WAWANCARA
NARASUMBER 2**

Pewawancara : Angelina Lumbantoruan
Nama Narasumber : Bass Barnes Pasaribu
Jabatan : *Second Engineer*
Tanggal : November 2024 - Agustus 2025

Catatan Wawancara:

A. Pertanyaan Umum

1. Izin Bass, selama jaga di engine room, apa yang biasanya Bass perhatikan untuk memastikan *main condenser* masih bekerja normal?

Jawaban:

Yang saya lihat pertama adalah vakum kondensor, temperatur *inlet* dan *outlet* air laut, tekanan air pendingin, level *hotwell*, dan kondisi alarm di IAS. Kalau semua parameter itu stabil, biasanya kondensor masih bekerja normal. Tetapi kalau vakum mulai turun atau temperatur *outlet* terlalu tinggi, saya langsung curiga ada masalah di aliran pendingin atau di *vacuum pump*.

2. Menurut Bass, kenapa cadet perlu memahami hubungan antara air pendingin, vacuum pump, dan turbin uap?

Jawaban:

Karena ketiganya saling berhubungan. Air pendingin membantu mengubah uap bekas menjadi kondensat, *vacuum pump* membuang udara yang tidak terkondensasi, dan turbin membutuhkan tekanan balik yang rendah. Kalau cadet hanya melihat satu komponen, misalnya pompa saja, nanti analisisnya bisa salah. Di kapal, kita harus membaca sistem secara utuh.

B. Penyebab Penurunan Tekanan pada Sistem Air Pendingin Kondensor

1. Izin Bass, kalau di lapangan tekanan air pendingin kondensor turun, biasanya apa yang Bass cek pertama?

Jawaban:

Saya cek *gauge* tekanan dulu, lalu bandingkan dengan data normal. Setelah itu saya lihat posisi *valve*, status pompa atau *scoop*, dan kondisi *strainer*. Kalau ada

indikasi *strainer* kotor, biasanya tekanan berubah dan aliran terasa tidak normal. Pemeriksaan awal harus cepat, tetapi tetap mengikuti prosedur.

2. Bagaimana cara Bass mengetahui bahwa *strainer sea chest* mulai kotor?

Jawaban:

Biasanya ada penurunan tekanan di sisi *suction* atau perbedaan tekanan yang tidak wajar. Kadang suara aliran juga berubah dan pompa seperti bekerja lebih berat. Kalau kapal melewati area perairan yang banyak sampah, lumpur, atau organisme laut, kami lebih waspada karena *strainer* bisa cepat kotor.

3. Izin Bass, apakah pembukaan *valve* yang kurang tepat sering terjadi dalam operasi?

Jawaban:

Bisa terjadi, terutama setelah pekerjaan perawatan atau perpindahan mode operasi. Karena itu setiap selesai membuka atau menutup *valve*, posisi *valve* harus dicek ulang. Kalau *valve* tidak terbuka penuh, aliran air laut ke kondensor tertahan. Tekanannya bisa turun dan kondensor tidak mendapat suplai pendingin yang cukup.

4. Kalau *tube* kondensor mengalami *fouling*, gejala apa yang biasanya Bass lihat?

Jawaban:

Biasanya temperatur *outlet* air laut berubah, tekanan aliran tidak sebagus biasanya, dan vakum mulai tidak stabil. *Fouling* membuat transfer panas jelek. Walaupun air masih mengalir, pendinginannya tidak maksimal karena permukaan *tube* tertutup kotoran atau kerak. Kalau sudah seperti itu, *backwash* atau *cleaning* menjadi perlu dilakukan.

5. Izin Bass, dalam kondisi *underway*, apa yang perlu diperhatikan saat sistem berpindah dari pump ke *scoop*?

Jawaban:

Yang penting urutan *valve* harus benar dan aliran pendingin tidak boleh putus. Saat menggunakan *scoop*, kita harus pastikan *speed* kapal dan putaran *shaft* cukup untuk menghasilkan aliran air laut. Kalau *speed* turun, sistem harus siap kembali ke mode pump. Di IAS biasanya status operasi terlihat, tetapi tetap harus dikonfirmasi dengan parameter tekanan dan temperatur.

6. Apakah kondisi perairan memengaruhi tekanan air pendingin kondensor, Bass?

Jawaban:

Iya, sangat memengaruhi. Kalau air laut banyak lumpur, sampah, atau biota, *strainer* dan *tube* bisa cepat kotor. Suhu air laut juga berpengaruh. Di daerah tropis, air laut lebih panas, sehingga kemampuan pendinginan bisa lebih rendah. Jadi operator harus melihat kondisi lingkungan, bukan hanya membaca angka di panel.

7. Izin Bass, kalau *circulating pump* tidak bekerja optimal, tanda yang paling mudah terlihat apa?

Jawaban:

Tanda yang mudah terlihat adalah *discharge pressure* tidak sesuai, arus motor berubah, getaran meningkat, atau suara pompa tidak normal. Kadang pompa masih jalan, tetapi kapasitasnya sudah turun karena *impeller* aus, ada udara masuk, atau *suction line* terhambat. Jadi pompa yang berputar belum tentu performanya normal.

8. Apa tindakan awal yang biasa dilakukan jika tekanan air pendingin mulai turun tetapi kapal masih harus beroperasi?

Jawaban:

Kami jaga kondisi operasi tetap aman dulu. Lalu cek posisi *valve*, lakukan *backwash* kalau memungkinkan, bersihkan *strainer* sesuai prosedur, dan siapkan pompa *standby* kalau diperlukan. Semua tindakan harus dilaporkan ke Chief karena pengaruhnya bisa sampai ke turbin utama.

9. Izin Bass, kenapa pencatatan parameter harian penting untuk masalah tekanan air pendingin?

Jawaban:

Karena dari catatan itu kita bisa lihat *trend*. Misalnya tekanan pelan-pelan turun selama beberapa hari, atau temperatur *outlet* naik sedikit demi sedikit. Kalau tidak dicatat, perubahan kecil sering tidak terasa. Padahal perubahan kecil itulah yang biasanya menjadi tanda awal *fouling* atau sumbatan.

10. Menurut Bass, perawatan apa yang paling membantu mencegah penurunan tekanan air pendingin kondensor?

Jawaban:

Yang paling membantu adalah pembersihan *strainer* secara rutin, *backwash* kondensor sesuai kebutuhan, pemeriksaan *valve*, pengecekan *circulating pump*, dan memastikan MGPS bekerja. Kalau pekerjaan dasar ini disiplin dilakukan, aliran air pendingin biasanya lebih stabil dan risiko *loss vacuum* bisa dikurangi.

C. Penyebab Performansi Pompa Vakum Menurun

1. Izin Bass, dari pengalaman Bass, apa tanda pertama *vacuum pump* mulai tidak maksimal?

Jawaban:

Biasanya vakum sulit naik atau butuh waktu lebih lama untuk mencapai kondisi normal. Kadang suara pompa berubah, temperatur *sealing water* naik, atau ada getaran yang tidak biasa. Kalau operator sering mencatat data, tanda seperti ini bisa cepat terlihat.

2. Untuk *vacuum pump* jenis *liquid ring*, apa yang paling sering Bass periksa di lapangan?

Jawaban:

Saya periksa aliran *sealing water*, temperaturnya, *cooler*, *separator tank*, *strainer*, dan posisi *valve*. *Liquid ring vacuum pump* sangat bergantung pada kondisi air penyekat. Kalau airnya kurang atau panas, kemampuan hisapnya turun.

3. Izin Bass, apa yang terjadi kalau *sealing water* tidak cukup?

Jawaban:

Kalau *sealing water* tidak cukup, *liquid ring* di dalam pompa tidak terbentuk sempurna. Pompa jadi tidak bisa menciptakan ruang hisap yang baik. Akibatnya udara dari kondensor tidak terangkat maksimal dan vakum kondensor ikut turun.

4. Bagaimana kalau *sealing water* terlalu panas, Bass?

Jawaban:

Kalau terlalu panas, performa *vacuum pump* menurun karena air lebih mudah menguap dan kemampuan pompa mempertahankan vakum berkurang. Biasanya kami langsung cek *cooler* dan aliran air pendinginnya. Kalau *cooler* kotor, temperatur *sealing water* bisa naik terus.

5. Izin Bass, apakah *separator tank* juga berpengaruh terhadap kerja *vacuum pump*?

Jawaban:

Berpengaruh. *Separator tank* memisahkan gas buang dan air penyekat sebelum air kembali bersirkulasi. Kalau level atau kondisi separator tidak benar, sirkulasi *sealing water* bisa terganggu. Dampaknya *vacuum pump* tidak stabil dan performanya turun.

6. Kalau *air ejector* tidak bekerja baik, gejalanya bagaimana menurut Bass?

Jawaban:

Biasanya kemampuan hisap berkurang dan vakum sulit dipertahankan. *Ejector* membantu proses pembuangan udara dari sistem. Kalau *nozzle* atau line-nya kotor, kerja unit *vacuum pump* menjadi tidak optimal. Karena itu *ejector* juga harus masuk dalam pemeriksaan, bukan hanya pompanya.

7. Izin Bass, bagaimana Bass membedakan masalah *vacuum pump* dengan masalah kebocoran udara di sistem?

Jawaban:

Salah satu caranya dengan membandingkan performa pompa *standby*. Kalau dua pompa sama-sama sulit mempertahankan vakum, kemungkinan ada air *ingress* atau masalah dari sistem kondensor. Tetapi kalau satu pompa buruk dan pompa lain normal, berarti unit pompa pertama perlu diperiksa lebih jauh.

8. Apakah pompa vakum bisa menurun performanya karena jarang dirawat, Bass?

Jawaban:

Bisa. Kalau *strainer* tidak dibersihkan, *cooler* jarang dicek, bearing atau *mechanical part* tidak diperhatikan, lama-lama performanya turun. Pompa mungkin masih hidup, tetapi kapasitas hisapnya tidak seperti semula. Di kapal, kondisi seperti ini berbahaya karena masalah baru terlihat jelas saat beban operasi meningkat.

9. Izin Bass, apa tindakan yang Bass lakukan jika alarm vakum muncul dan *vacuum pump* dicurigai bermasalah?

Jawaban:

Pertama saya cek parameter di panel, lalu konfirmasi langsung ke unit. Saya pastikan *sealing water* ada, temperatur normal, *valve* benar, dan pompa tidak abnormal. Kalau perlu, jalankan *standby pump* sesuai prosedur. Setelah kondisi aman, baru dicari penyebab pastinya apakah dari pompa, *cooler*, *ejector*, atau ada udara masuk.

10. Menurut Bass, apa kebiasaan kerja yang perlu dimiliki cadet saat membantu perawatan *vacuum pump*?

Jawaban:

Cadet harus teliti dan tidak hanya melihat pompa berputar. Catat tekanan, temperatur, suara, getaran, level, dan kondisi *strainer*. Kalau ada perubahan kecil, laporkan. Di *engine room*, kebiasaan mencatat dan membandingkan data itu penting karena banyak kerusakan dimulai dari gejala kecil.

Lampiran 15. Catatan Lapangan Hasil Wawancara Narasumber 3

**CATATAN LAPANGAN HASIL WAWANCARA
NARASUMBER 3**

Pewawancara : Angelina Lumbantoruan
Nama Narasumber : Mr. Tanaka
Jabatan : *Maker from Japan*
Tanggal : Juni – Agustus 2025

Catatan Wawancara:

A. Pertanyaan Umum

1. Excuse me, Mr. Tanaka. Izin bertanya, menurut pihak maker, apa hubungan utama antara *main condenser*, *cooling sea water system*, dan *vacuum pump* pada sistem turbin uap?

Jawaban:

Ketiga sistem itu bekerja sebagai satu rangkaian. *Main condenser* mengubah *exhaust steam* menjadi *condensate*. *Cooling sea water system* membuang panas dari *steam* melalui *tube condenser*. *Vacuum pump* mengeluarkan *non-condensable gas* dari *condenser*. Jika salah satu bagian tidak bekerja baik, tekanan di dalam *condenser* akan naik dan *vacuum* akan turun. Jadi analisis harus melihat sistem secara keseluruhan.

2. Mr. Tanaka, kalau cadet ingin memahami penyebab *loss vacuum*, dari sisi *maker* apa prinsip pemeriksaan yang paling tepat?

Jawaban:

Prinsipnya adalah mulai dari data operasi. Periksa *cooling water flow*, *inlet* dan *outlet temperature*, *condenser pressure*, *vacuum pump suction condition*, *sealing water temperature*, dan kemungkinan *air leakage*. Jangan langsung mengganti komponen sebelum data menunjukkan penyebabnya. Maker selalu menyarankan *troubleshooting* berdasarkan parameter, bukan berdasarkan perkiraan saja.

B. Penyebab Penurunan Tekanan pada Sistem Air Pendingin Kondensor

1. Mr. Tanaka, dari sisi desain, mengapa tekanan air pendingin kondensor bisa menurun?

Jawaban:

Tekanan dapat menurun jika ada kenaikan *resistance* pada jalur air laut atau penurunan kapasitas pompa. *Resistance* bisa terjadi karena strainer kotor, *tube condenser fouling*, *valve* tidak terbuka penuh, atau terdapat deposit di pipa. Jika pompa mengalami *wear* pada *impeller* atau masalah pada *suction*, *discharge pressure* juga akan menurun.

2. Apakah *fouling* pada *tube condenser* merupakan penyebab yang serius, Mr. Tanaka?

Jawaban:

Ya, *fouling* sangat serius. *Fouling* mengurangi area aliran dan menambah *thermal resistance*. Artinya air laut lebih sulit mengalir dan perpindahan panas menjadi lebih buruk. Pada *condenser*, kedua efek itu akan membuat *steam* lebih sulit terkondensasi. Akibatnya *condenser pressure* naik dan vakum turun.

3. Mr. Tanaka, mengapa *strainer sea chest* harus dibersihkan secara rutin?

Jawaban:

Karena air laut selalu membawa partikel. *Strainer* melindungi *pump* dan *condenser tube* dari sampah besar, lumpur, atau *marine organism*. Jika *strainer* kotor, *suction condition* menjadi buruk dan pompa tidak mendapat cukup air. Akibatnya *flow rate* turun, *pressure* turun, dan *condenser cooling capacity* ikut menurun.

4. Apakah *valve opening* dapat memengaruhi tekanan dan *flow* air pendingin, Mr. Tanaka?

Jawaban:

Benar. *Valve* yang tidak terbuka penuh akan menambah *pressure loss*. Dalam desain sistem, setiap *valve* memiliki pengaruh terhadap *flow resistance*. Jika posisi *valve* salah, pompa mungkin tetap bekerja, tetapi *flow* ke *condenser* tidak sesuai desain. Karena itu posisi *valve* harus selalu dikonfirmasi setelah *maintenance* atau perubahan mode operasi.

5. Mr. Tanaka, bagaimana maker melihat penggunaan *scoop cooling system* pada kapal LNG seperti Golden Isaia?

Jawaban:

Scoop cooling system dirancang untuk memanfaatkan gerakan kapal agar air laut mengalir melalui *condenser* tanpa bantuan pompa pada kondisi *speed* tertentu. Sistem ini efisien, tetapi harus digunakan sesuai batas operasinya. Jika *ship speed*

kurang atau transisi *valve* tidak benar, *cooling water flow* dapat berkurang. Operator harus mengikuti *sequence* yang ditentukan.

6. Kalau terjadi penurunan tekanan air pendingin, apakah selalu berarti *circulating pump* rusak, Mr. Tanaka?

Jawaban:

Tidak selalu. *Pump* hanya satu kemungkinan. Penyebab bisa berada pada *suction side*, *discharge side*, *strainer*, *valve*, *tube condenser*, atau *scoop line*. *Maker* biasanya meminta operator memeriksa tekanan *suction* dan *discharge*, motor *current*, *vibration*, *valve position*, dan kondisi *strainer* sebelum menyimpulkan *pump* mengalami kerusakan.

7. Mr. Tanaka, bagaimana pengaruh suhu air laut terhadap performa *condenser*?

Jawaban:

Suhu air laut tidak selalu menurunkan tekanan, tetapi sangat memengaruhi kemampuan pendinginan. Jika *sea water temperature* tinggi, perbedaan temperatur antara *steam* dan *cooling water* menjadi lebih kecil. *Condensation rate* menurun dan *vacuum* bisa menjadi lebih rendah. Karena itu *pressure* dan *temperature* harus dibaca bersama-sama.

8. Apakah MGPS penting dalam menjaga aliran air pendingin, Mr. Tanaka?

Jawaban:

Ya. *Marine Growth Protection System* membantu mencegah pertumbuhan organisme di *sea chest* dan *sea water line*. Jika organisme tumbuh terlalu banyak, *flow area* berkurang dan *pressure loss* meningkat. Jadi MGPS membantu menjaga kondisi sistem dalam jangka panjang, terutama untuk mencegah *biological fouling*.

9. Mr. Tanaka, tindakan apa yang direkomendasikan *maker* jika tekanan air pendingin kondensor menurun?

Jawaban:

Rekomendasinya adalah memeriksa kondisi operasi secara bertahap. Periksa *valve position*, *strainer differential condition*, *sea water pump performance*, *condenser inlet and outlet temperature*, dan kemungkinan *fouling* pada *tube*. Jika indikasi *fouling* kuat, lakukan *backwash* atau *cleaning* sesuai manual. Jika *pump performance* menurun, lakukan inspeksi *internal* dan ganti *part* yang aus sesuai batas toleransi.

10. Menurut Mr. Tanaka, apa data yang sebaiknya dicatat oleh kru agar masalah tekanan air pendingin dapat dianalisis dengan benar?

Jawaban:

Data yang penting adalah *suction pressure, discharge pressure, cooling water inlet and outlet temperature, motor current, vibration, operating mode, valve status, cleaning record*, dan kondisi *sea water area*. Dengan data *trend, maker* dapat membantu menentukan apakah masalah berasal dari *fouling, pump degradation, valve restriction*, atau kondisi operasi.

C. Penyebab Performansi Pompa Vakum Menurun

1. Mr. Tanaka, *vacuum pump* di kapal ini menggunakan prinsip *liquid ring*. Apa prinsip paling dasar yang harus dipahami cadet?

Jawaban:

Liquid ring vacuum pump menggunakan *sealing liquid* untuk membentuk cincin cair di dalam *casing*. Ketika *impeller* berputar, ruang di antara *blade* dan *liquid ring* berubah volume. Perubahan volume ini membuat udara dari *condenser* terhisap, terkompresi, lalu dibuang ke *separator*. Jika *liquid ring* tidak terbentuk dengan baik, *vacuum performance* akan turun.

2. Apa penyebab paling umum performansi *liquid ring vacuum pump* menurun, Mr. Tanaka?

Jawaban:

Penyebab umum adalah *sealing water flow* kurang, *sealing water temperature* terlalu tinggi, *cooler* kotor, *strainer* tersumbat, *air ejector* tidak normal, *separator tank* bermasalah, atau terjadi *wear* pada *impeller* dan *casing*. Selain itu, *air leakage* dari sistem *condenser* juga dapat membuat *pump* terlihat tidak cukup kuat.

3. Mr. Tanaka, mengapa *sealing water* sangat penting bagi *vacuum pump*?

Jawaban:

Sealing water adalah bagian kerja utama pada *liquid ring vacuum pump*. Air ini membentuk *liquid ring* dan membantu *sealing* antar ruang di dalam pompa. Jika jumlah air kurang, ring tidak stabil. Jika temperatur air terlalu tinggi, kemampuan mencapai *vacuum* rendah akan menurun. Karena itu *flow* dan *temperature sealing water* harus dijaga sesuai rekomendasi *maker*.

4. Bagaimana *cooler* memengaruhi performansi *vacuum pump*, Mr. Tanaka?

Jawaban:

Cooler menjaga *sealing water* tetap pada temperatur yang sesuai. Jika *cooler fouling* atau aliran *cooling water* ke *cooler* kurang, *sealing water* menjadi panas. Ketika *sealing water* panas, *vapor pressure* naik dan *pump* tidak mampu mencapai *suction pressure* yang diharapkan. Jadi *cooler condition* sangat penting untuk *vacuum performance*.

5. Mr. Tanaka, apakah *separator tank* dapat menyebabkan performansi *vacuum pump* menurun?

Jawaban:

Ya. *Separator tank* memisahkan udara dan *sealing water* setelah keluar dari *pump*. Jika level, *internal condition*, atau *return flow* tidak benar, sirkulasi *sealing water* menjadi tidak stabil. Hal ini dapat membuat *liquid ring* terganggu dan performa pompa turun.

6. Bagaimana peran *air ejector* dalam unit *vacuum pump*, Mr. Tanaka?

Jawaban:

Air ejector membantu meningkatkan kemampuan *evacuating* udara pada kondisi tertentu. Jika *nozzle* kotor, *line* tersumbat, atau *supply* tidak sesuai, *ejector* tidak bekerja optimal. Akibatnya udara lebih lambat dikeluarkan dari *condenser* dan *vacuum* sulit dipertahankan.

7. Mr. Tanaka, bagaimana pengaruh keausan *impeller* terhadap performansi pompa vakum?

Jawaban:

Impeller wear mengubah *clearance* dan mengurangi efisiensi pompa. Gas yang seharusnya terkompresi dapat bocor kembali secara internal. Gejalanya adalah kapasitas turun, suara berubah, *vibration* naik, dan *vacuum* tidak mencapai nilai desain. Jika *wear* melebihi toleransi, komponen harus diperbaiki atau diganti.

8. Apakah kebocoran udara pada sistem kondensor bisa membuat *vacuum pump* dianggap rusak, Mr. Tanaka?

Jawaban:

Bisa. Jika *air ingress* terlalu besar, *vacuum pump* harus mengeluarkan udara terus-menerus. Walaupun pompa masih normal, beban gas yang masuk dapat melebihi kapasitas desain. Karena itu ketika *vacuum* turun, operator harus memeriksa

kemungkinan *leakage* pada *flange*, *gasket*, *gland sealing*, *drain valve*, dan sambungan pipa.

9. Mr. Tanaka, apa metode sederhana untuk membedakan pump problem dan *system leakage*?

Jawaban:

Bandingkan *performance* antara *duty pump* dan *standby pump*. Jika satu *pump* buruk dan *pump* lain normal, kemungkinan masalah ada pada unit *pump*. Jika kedua *pump* menunjukkan hasil yang sama buruk, kemungkinan masalah ada pada *condenser system*, *air leakage*, *cooling water problem*, atau *operating condition*. Namun pemeriksaan tetap harus mengikuti manual dan data trend.

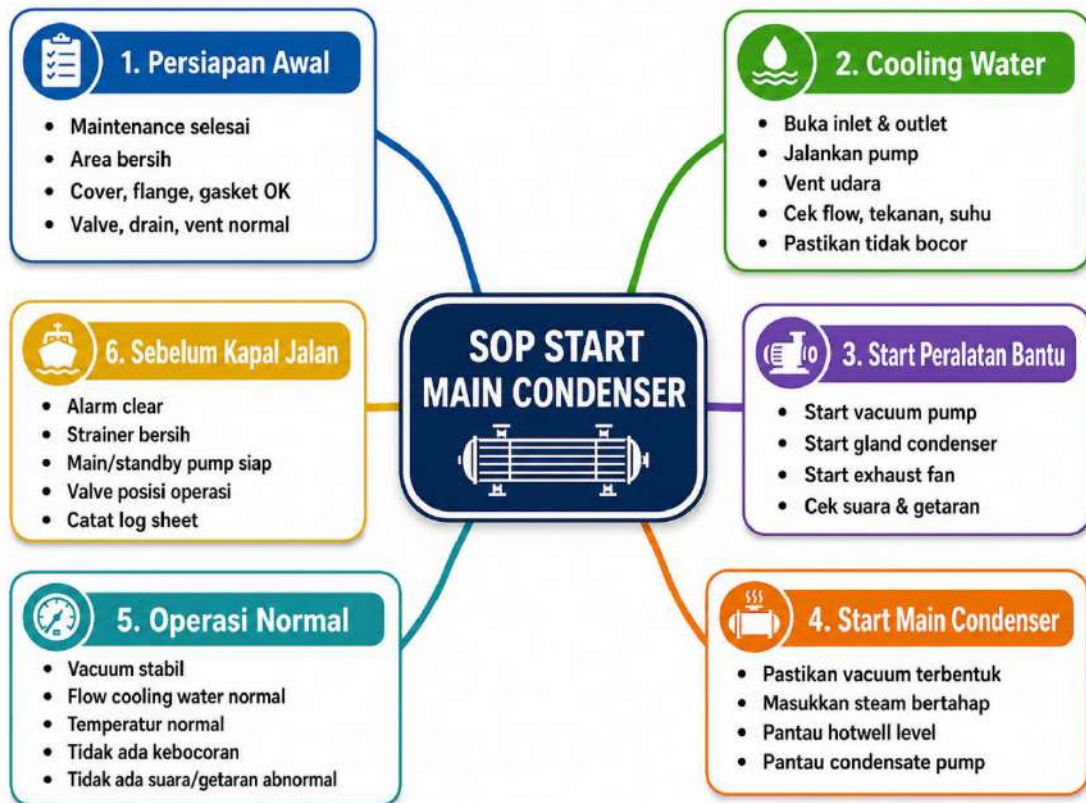
10. Sebagai *maker*, apa rekomendasi Mr. Tanaka agar *vacuum pump* tetap bekerja baik dalam jangka panjang?

Jawaban:

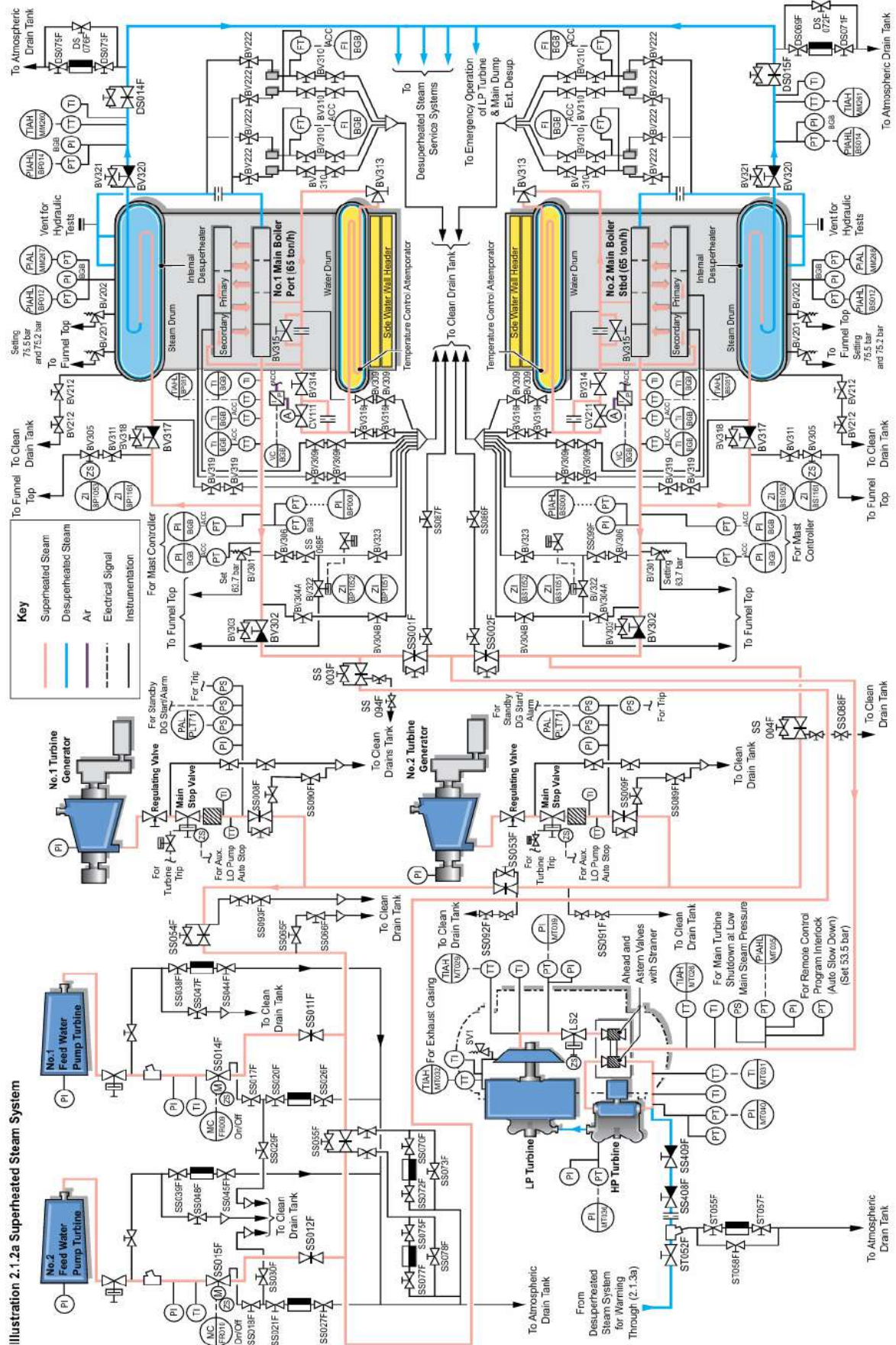
Rekomendasi kami adalah menjalankan PMS, membersihkan *strainer*, menjaga *sealing water quality and temperature*, memeriksa *cooler*, *separator tank*, *air ejector*, *valve*, *vibration*, dan *motor current*. Operator juga harus menyimpan *operating record*. Dengan record yang baik, penurunan performa dapat ditemukan sebelum menyebabkan *loss vacuum* pada *main condenser*.

I
F
A

Lampiran 17. *Standart Operasional Procedure (SOP) Main Condenser* (Kondensor Utama)

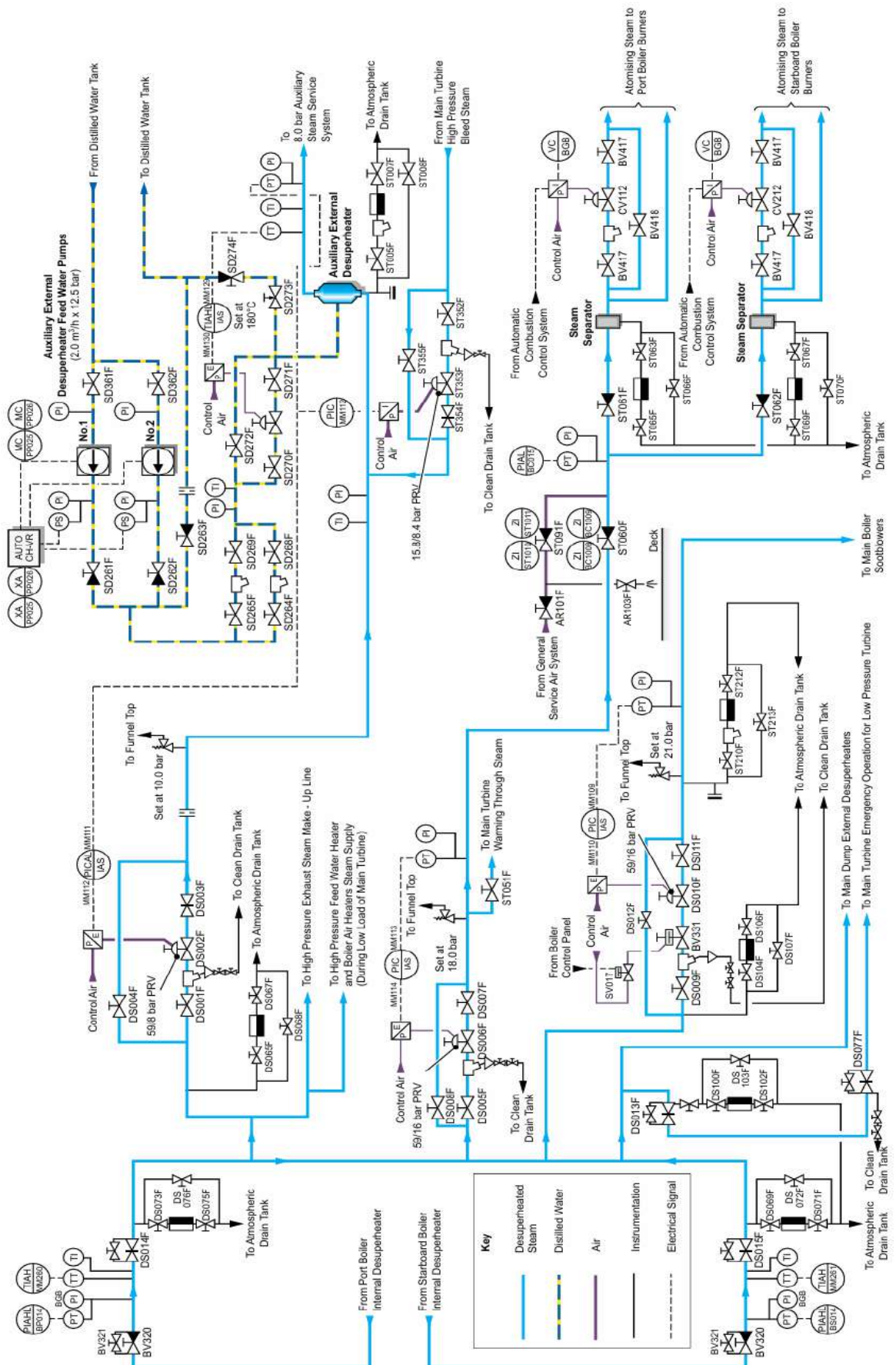


Lampiran 18. Superheated Steam System



Lampiran 19. Desuperheated Steam System

Illustration 2.1.3a Desuperheated Steam System



REV.	DESCRIPTION	DATE	APPS	CHKD	BY
1					
2					
3					

NOZZLE NO.	FLANGE SIZE & RATING	REMARKS
N-1	100A, JIS10K, FF	GAS INLET
N-2	150A	GAS OUTLET
N-3	15A, JIS10K, BF	LTQ. INLET
N-4	50A, JIS10K, FF	OVER FLOW
N-5	45A, JIS10K, FF	C. W. INLET
N-6	55A, JIS10K, FF	C. W. OUTLET

CUSTOMER SNM

ITEM NO.
 ~~XXXX~~

ITEM NAME
 ~~XXXX~~ CONDENSER VACUUM PUMP

PUMP TYPE
 ~~XXXX~~ SLPH7533D+SGPV5313W

SIZE
 DIS. mm 150 SUC. mm 100

APPROVED ENG. NAME 田中 隆夫

CHECKED FLOW SHEET

DRAWN for

DATE 08 VACUUM PUMP UNIT

(真鍮メソッド・ユニ・1号)

MFG. NO.
 04NF2131

ESTIMATE NO.
 04NF2131-FS

REV.
 0

SHIN NIPPON MACHINERY CO., LTD.
 新日本機械株式会社

Illustration 2.2.1a Main and Auxiliary Condensate System





**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
JAKARTA**



PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI

Nama : ANGELINA LUMBANTORUAN
N R P : 565221591
Bidang Keahlian : TEKNIKA
Semester : VII

Mengajukan Judul Skripsi Sebagai Berikut :

A. Judul :

ANALISIS PENURUNAN KEVAKUMAN KONDENSOR UTAMA
PADA TURBIN UAP DI KAPAL LNG CARRIER GOLDEN ISAIA

B. Masalah Pokok :

1. Terjadinya penurunan tekanan pada sistem air pendingin kondensor.
2. Terjadinya kebocoran steam line menuju kondensor utama.
3. Performansi dari pompa vakum menurun.
4. Terjadinya kebocoran udara pada bagian sistem instalasi turbin uap.

C. Pendekatan Pemecahan Masalah :

1. Melakukan inspeksi dan pembersihan sistem air laut pada kondensor utama.
2. Melakukan pengecekan kebocoran steam line menuju kondensor utama.
3. Melakukan pengecekan dan perawatan pada pompa vakum.
4. Melakukan pengecekan kebocoran udara pada bagian sistem instalasi turbin uap.

Jakarta, 04 November 2025

Menyetujui,
Pembimbing Utama

(MUHAMMAD NURDIN, S.AP, M.AP, M.Mar.E.)
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19660217 199808 1 001

Pembimbing Pendamping

(Ir. JUNAIDI, M.M.)
Pembina Utama Madya (IV/d)
NIP. 19630814 199403 1 002

Penulis,

(ANGELINA LUMBANTORUAN)
NRP. 565221593

Mengetahui :
KETUA JURUSAN TEKNIKA

(Dr. MARKUS YANDO, S.Si.T., M.M.)
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800605 200812 1 001



**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
JAKARTA**



PEMBIMBING I : MUHAMMAD NURDIN, S.AP., M.AP., M.Mar.E.

JUDUL SKRIPSI : ANALISA PENURUNAN KEVAKUMAN KONDENSOR UTAMA
UNTUK TURBIN UAP DI KAPAL LNG CARRIER GOLDEN ISALA

KOLOM BIMBINGAN :

NO	TANGGAL BIMBINGAN	URAIAN BIMBINGAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	27/10-25	pengajian singkat dan lanjut ke BAB I	
2	03/11-25	perbaikan pd Labor Belukang dan juga di lanjutkan ke BAB II	
3	03/12-25	BAB II ok dan lanjut ke BAB III	
4	15/12-25	BAB III ok dan lanjut	
5		ke BAB IV dengan revisi di kolom I	
6	02/2-26	bab IV ada revisi Hj. Penambahan materi	
7	10/02-26	Tambah revisi pada bab IV ditulis kembali	
8	02/05-26	bab IV ok dan lanjut ke BAB V	
8	03/05-26	bab V ok dan sifat diujikan	
9			
10			

Catatan :

1. Kepada Dosen Pembimbing agar melengkapi form, minimal 8 (delapan) kali pertemuan
 2. Kepada Penulis agar form dilampirkan pada saat pengumpulan tugas akhir/jilid
- FMJR.2.030/R.1



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN
JAKARTA



PEMBIMBING II : Ir. JUNAIDI, M.M.

JUDUL SKRIPSI : ANALISA PENURUNAN KEVAKUMAN KONDENSOR UTAMA
UNTUK TURBIN UAP DI KAPAL LNG CARRIER GOLDEN ISALA

KOLOM BIMBINGAN :

NO	TANGGAL BIMBINGAN	URAIAN BIMBINGAN	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	28-okt-25	Judul Skripsi Disetujui - Lanjut Bab I	Junaidi
2	4-11-25	Revisi Bab I, Latar Belakang - Lanjut Bab II	Junaidi
3	5-12-25	Bab II - Revisi - Lanjut Bab III	Junaidi
4	16-12-25	Bab III - Disetujui Lanjut Bab IV	Junaidi
5	23-2-26	Bab IV - Revisi sesuai Catatan	Junaidi
6	2-3-26	Bab IV Disetujui / Revisi minor Lanjut Bab V	Junaidi
7	5-03-26	Revisi Bab V (Kompleksi/Baran)	Junaidi
8	6-03-26	Disetujui with dilampirkan / di Sidang	Junaidi
8			
9			
10			

Catatan :

1. Kepada Dosen Pembimbing agar melengkapi form, minimal 8 (delapan) kali pertemuan
2. Kepada Penulis agar form dilampirkan pada saat pengumpulan tugas akhir/jilid

FM-JR.2.030/R.1



MUTIA

11

ANALISIS PENURUNAN KEVAKUMAN KONDENSOR UTAMA PADA TURBIN UAP DI KAPAL LNG/ CARRIER GOLDEN ISAIA

- 26S-A1-Informatik 315
- 25S-B2-Informatik 2 (Moodle PP)
- FH Kärnten Gemeinnützige Gesellschaft mbH

Dokumentdetails

Einreichungs-Nr.

trn:old::13546553958

81 Seiten

Einreichungsdatum

22. Apr. 2026, 13:19 MESZ

17.044 Wörter

109.111 Zeichen

Datum des Herunterladens

22. Apr. 2026, 13:21 MESZ

Dateiname

SKRIPSI_REV_ANGEL_-_Angelina_Lumbantoruan.pdf

Dateigröße

2.7 MB

19% Ähnlichkeit insgesamt

Die Gesamtsumme aller Übereinstimmungen, einschließlich sich überschneidender Quell...

Aus dem Bericht gefiltert

- Bibliografie
- Wörtlich zitierter Text
- Zitierter Text



AGHIL
MUTIA

Topquellen

- 19% Internetquellen
- 1% Publikationen
- 11% Eingereichte Arbeiten (Studentenarbeiten)