KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

ANALISIS MENURUNNYA KEVAKUMAN PADA KONDENSOR UTAMA TERHADAP EFISIENSI PROSES KONDENSASI DI KAPAL LNG/C EKAPUTRA 1

Oleh :

MUHAMMAD DIO FAHROZI
NRP. 565221682

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

SKRIPSI

ANALISIS MENURUNNYA KEVAKUMAN PADA KONDENSOR UTAMA TERHADAP EFISIENSI PROSES KONDENSASI DI KAPAL LNG/C EKAPUTRA 1

Oleh :

MUHAMMAD DIO FAHROZI
NRP. 565221682

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

Nama	: Muhammad Dio Fahrozi
NRP	: 565221682
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Menurunnya Kevakuman Pada Kondensor Utama Terhadap Efisiensi Proses Kondensasi di Kapal LNG/C Ekaputra 1

Jakarta, 17 Juni 2026

lis

Muhammad Dio Fahrozi
NRP. 565221682

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	: Muhammad Dio Fahrozi
NRP	: 565221682
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Menurunnya Kevakuman Pada Kondensor Utama Terhadap Efisiensi Proses Kondensasi di Kapal LNG/C Ekaputra 1

Jakarta, 17 Juni 2026

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
Dr. Winarno, S.ST., M.H	Muhammad Nurdin, S.A.P., M.AP., M.Mar. E
Pembina (IV/a)	Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19760208 200212 1 003	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

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

STIP
JAKARTA

TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

Nama	: Muhammad Dio Fahrozi
NRP	: 565221682
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Menurunnya Kevakuman Pada Kondensor Utama Terhadap Efisiensi Proses Kondensasi di Kapal LNG/C Ekaputra 1

Ketua Penguji	Anggota Penguji 2	Anggota Penguji 3
Denny Fitrial, S.Si, MT	Nurindah Dwiyani, S.Pd, MT	Muhammad Nurdin, S.A.P., M.AP., M.Mar.
Penata Tk. I (III/d)	Penata Tk. I (III/d)	Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19800727 200912 1 001	NIP. 19780118 200812 1 001	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 Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T yang telah memberikan Rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini serta sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, dengan judul:

"ANALISIS MENURUNNYA KEVAKUMAN PADA KONDENSOR UTAMA TERHADAP EFISIENSI PROSES KONDENSASI DI KAPAL LNG/C EKAPUTRA 1"

Dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini, penulis didasarkan pada pengalaman yang diperoleh ketika melakukan praktek kerja di laut di PT. HUMOLCO pada kapal LNG/C EKAPUTRA 1 berdasarkan bahan sumber yang diperoleh selama pendidikan serta dari beberapa buku referensi atau jurnal yang berkaitan dengan masalah yang dibahas dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasihnya kepada Bapak/Ibu yang terhormat.

1. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar. sebagai Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Bapak Dr. Markus Yando Manurung, S.SiT., M.M. selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
3. Bapak Dr. Winarno, S.ST., M.H selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan arahan, masukan, koreksi, serta bimbingan yang sangat berharga kepada penulis sejak awal hingga selesainya penyusunan skripsi ini
4. Bapak Muhammad Nurdin, S.A.P., M.AP., M.Mar. E selaku dosen pembimbing II yang dengan penuh kesabaran telah memberikan saran, motivasi, arahan, serta dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat tersusun dengan lebih baik.
5. Seluruh dosen dan civitas akademika yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, wawasan, serta pelayanan akademik yang sangat bermanfaat selama penulis menempuh pendidikan.
6. Kedua orang tua tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral maupun material, serta menjadi sumber semangat terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan pendidikan.
7. Seluruh perwira dan awak kapal LNG/C Ekaputra 1 yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan praktek laut beserta penelitian.

8. Dian Ayu Puspitarini yang selalu memberikan cinta, doa, dukungan, dan semangat yang tidak pernah putus selama penulis menghadapi berbagai tantangan dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita dan sumber motivasi hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Anak kamar H-203 yang membuat penulis tidak pernah bosan selama penulis berada di asrama.
10. Seluruh rekan-rekan angkatan LXV Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran yang telah berjuang bersama selama Pendidikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa yang akan datang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, serta menjadi referensi bagi pembaca, khususnya dalam bidang permesinan kapal yang berkaitan dengan sistem kondensasi dan pengoperasian kondensor utama pada kapal LNG.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Jakarta, 17 Juni 2026

MUHAMMAD DIO FAHROZI

NRP: 565221682

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS ..... **ii**
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI ..... **iii**
TANDA PENGESAHAN SKRIPSI ..... Error! Bookmark not defined.
KATAPENGANTAR ..... **iv**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **x**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xi**
DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL ..... **xii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiii**
ABSTRAK ..... **xiv**
ABSTRACT ..... **xv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 3
C. Batasan Masalah 3
D. Rumusan Masalah 3
E. Tujuan Dan Manfaat Penelitian 4
F. Sistematika Penulisan 5
BAB II LANDASAN TEORI **8**
A. Tinjauan Pustaka 8
B. Penelitian Terdahulu 12
C. Kerangka Pikiran 16
BAB III METODE PENELITIAN **19**
A. Waktu Dan Tempat Penelitian 19
B. Metode Pendekatan 20
C. Teknik Analisis Data 22
D. Instrumen Penelitian 23
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN **26**
A. Deskripsi Data 26
B. Analisis Data 36

C. Alternatif Pemecahan Masalah……39
D. Evaluasi Alternatif Pemecahan Masalah……..46
E. Pemecahan Masalah 65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 68
A. Kesimpulan 68
B. Saran 69
DAFTAR PUSTAKA 70
LAMPIRAN ……..72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Pikir Penulis……18
Gambar 4.1 Tekanan Vakum Yang Menurun……...29
Gambar 4.2 Suhu Air Pendingin Yang Meningkat……..30
Gambar 4.3 Kondensor Utama……34
Gambar 4.4 Vacuum Pump……..35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu……12

DAFTAR SINGKATAN

LNG	: *Liquified Natural Gas*
UMS	: *Unmanned Machinery Space*
PMS	: *Planned Maintenance System*
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
KW	: *Kilo Watt*
V	: *Volt*
Hz	: *Hertz*

DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL

Air Ingress : Masuknya udara ke sistem.

Aux Condenser : Kondensor bantu.

Backwash : Pembersihan dengan aliran balik.

Boiler : Katel penghasil uap.

Flange : Sambungan pipa ber-baut.

Fouling : Penumpukan kotoran atau kerak.

Manhole : Lubang inspeksi.

M-Zero : Operasi mesin tanpa jaga.

Overhaul : Perbaikan menyeluruh.

Sea Strainer : Saringan air laut.

Vacuum Pump : Pompa pembentuk vakum.

Valve : Katup pengatur aliran

SIMBOL

°C : Suhu (Derajat Celcius)

% : Persen

R^2 : Uji Koefisien

Kw : Daya

V : Tegangan

M : Meter

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kapal ST. Ekaputra 1 72
Lampiran 2 *Crew List* 73
Lampiran 3 *Engine Room* ST. Ekaputra 1 74
Lampiran 4 *Ship Particular* ST. Ekaputra 1 75
Lampiran 5 *Main Condenser Vacuum Pump* 76
Lampiran 6 *Condensate Water Piping Diagram* 77
Lampiran 7 Foto Bersama *Crew Engine* 78

ABSTRAK

Fahrozi, Muhammad Dio. 2026. **"**Analisis Menurunnya Kevakuman Pada Kondensor Utama Terhadap Efisiensi Proses Kondensasi Di Kapal Lng/C Ekaputra 1".

Kondensor utama merupakan salah satu komponen penting dalam sistem tenaga uap kapal yang berfungsi mengubah uap bekas menjadi air kondensat untuk digunakan kembali dalam siklus kerja kapal. Menurunnya kevakuman pada kondensor utama dapat mengganggu proses kondensasi, meningkatkan tekanan kondensor, serta menurunkan efisiensi operasional kapal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab menurunnya kevakuman pada kondensor utama serta dampaknya terhadap efisiensi proses kondensasi di kapal LNG/C Ekaputra 1.

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di atas kapal, wawancara dengan masinis dan awak kapal yang terkait, dokumentasi, studi pustaka, serta analisis terhadap data operasional kapal. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan untuk memperoleh gambaran mengenai faktor-faktor yang menyebabkan penurunan kevakuman pada kondensor utama dan dampaknya terhadap proses kondensasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan kevakuman pada kondensor utama dipengaruhi oleh fouling pada pipa kondensor, masuknya udara ke dalam sistem *(air ingress),* menurunnya kinerja *vacuum pump*, serta berkurangnya tekanan dan debit air pendingin. Kondisi tersebut menyebabkan proses perpindahan panas tidak berlangsung secara optimal sehingga efisiensi proses kondensasi menurun dan kinerja turbin uap terganggu. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut meliputi pembersihan kondensor secara berkala, pemeriksaan kebocoran udara, optimalisasi sistem pendingin air laut, serta perawatan *vacuum pump* sesuai prosedur yang berlaku.

Kata Kunci: *Kevakuman, Kondensor Utama, Efisiensi Kondensasi, Air Ingress, Fouling, Vacuum Pump.*

ABSTRACT

***Fahrozi, Muhammad Dio. 2026**. "Analysis of Decreasing Vacuum in the Main Condenser on the Efficiency of the Condensation Process aboard LNG/C Ekaputra 1".*

The main condenser is one of the essential components of a ship's steam power system, functioning to convert exhaust steam into condensate water for reuse in the ship's operating cycle. A decrease in the condenser vacuum can disrupt the condensation process, increase condenser pressure, and reduce the operational efficiency of the vessel. This study aims to analyze the factors causing the decrease in the main condenser vacuum and its impact on the efficiency of the condensation process on board LNG/C Ekaputra 1.

This study employed a qualitative descriptive research method. Data were collected through direct onboard observations, interviews with engine officers and relevant crew members, documentation, literature review, and analysis of the ship's operational data. The collected data were analyzed descriptively through the stages of data reduction, data presentation, and conclusion drawing to obtain a comprehensive understanding of the factors contributing to the decrease in the main condenser vacuum and its effects on the condensation process. The results indicate that the decline in the main condenser vacuum is caused by fouling in the condenser tubes, air ingress into the system, reduced performance of the vacuum pump, and decreased pressure and flow rate of the cooling water. These conditions hinder the heat transfer process, resulting in reduced condensation efficiency and impaired steam turbine performance. Efforts to overcome these problems include periodic condenser cleaning, inspection of air leakage, optimization of the seawater cooling system, and maintenance of the vacuum pump in accordance with established procedures.

***Keywords:** Vacuum, Main Condenser, Condensation Efficiency, Air Ingress, Fouling, Vacuum Pump.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Untuk mendistribusikan bahan bakar gas alam ke seluruh dunia diperlukan suatu alat transportasi yang aman dan efisien, berupa kapal yang dibuat khusus mampu mengangkut muatan *(Natural Gas)* secara aman, Mengingat gas alam ini mempunyai sifat atau karakteristik yang khusus. Bagi negara Indonesia sejak ditemukannya sumber-sumber bahan bakar gas alam di Provinsi Nangroe Aceh Darussalam tepatnya di Arun dan Provinsi Kalimantan Timur yaitu di kota Bontang serta paling terbaru di Papua tepatnya di Tangguh, merupakan salah satu negara terbesar pengekspor gas alam cair *(Liquified Natural Gas)*,disingkat *LNG*.

Kondensor (Haid, S. 2013: 45-48), merupakan salah satu komponen penting dalam sistem turbin uap pada kapal *LNG (Liquified Natural Gas)* karena berfungsi untuk menurunkan uap bekas turbin menjadi cairan (air kondensat) melalui proses kondensasi. Proses ini tidak hanya mengembalikan air untuk siklus uap kembali, tetapi juga berperan dalam menentukan tekanan belakang *(back pressure)* pada turbin uap. Kondisi kevakuman di dalam kondensor menjadi parameter utama yang harus dijaga untuk memastikan proses kondensasi berlangsung optimal. Tekanan vakum yang baik menurunkan tekanan kondensasi dan memungkinkan turbin uap mengekstraksi lebih banyak kerja dari uap, sehingga efisiensi siklus rankine meningkat. Penurunan tingkat kevakuman pada kondensor utama dapat disebabkan oleh beberapa faktor operasional seperti kebocoran udara masuk, penurunan kerja *vacuum pump*, kontaminasi atau *fouling* pada pipa kondensor, serta kondisi air pendingin yang tidak optimal. Adanya gas non-kondensasi atau kenaikan tekanan dalam berdampak langsung pada menurunnya efisiensi turbin dan efisiensi keseluruhan sistem kondensasi

Dalam konteks kapal *LNG*, turbin uap sering digunakan sebagai penggerak utama atau sebagai bagian dari sistem pembangkit energi. Gangguan pada vakum kondensor utama dapat menurunkan performa turbin uap, Meningkatnya suhu kondensor, dan menurunnya kapasitas listrik yang dihasilkan dari sistem, yang akhirnya bisa memengaruhi operasi kapal secara keseluruhan. Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa fluktuasi vakum kondensor memengaruhi efisiensi kerja turbin dan *heat rate* turbin uap. Semakin tinggi vakum yang dicapai (lebih rendah tekanan absolut), semakin rendah *heat rate* dan semakin tinggi efisiensi siklus turbin uap (*Prosding Indonesian Research Week on Naval Studies*, 2024: 112-115).

Oleh karena itu, penting dilakukan analisis lebih mendalam terhadap fenomena menurunnya kevakuman pada kondensor utama dan dampaknya terhadap efisiensi proses kondensasi pada kapal *LNG*. Analisis tersebut dapat membantu untuk memahami penyebab utama terjadinya penurunan vakum, mengukur efektivitas proses kondensasi, serta memberikan rekomendasi perbaikan atau strategi pemeliharaan yang efektif, seperti peningkatan pemeliharaan *vacuum pump*, pembersihan pipa kondensor, serta pemantauan parameter operasi sistem kondensasi secara berkala (Aris Latifianto, 2020: 67-70). Dalam pengoperasian kapal LNG/C Ekaputra 1, sering ditemukan terjadinya penurunan tingkat kevakuman pada kondensor utama yang mengakibatkan menurunnya efisiensi proses kondensasi. Berdasarkan hasil observasi dan pengalaman selama melaksanakan praktik laut, kondisi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kebocoran udara pada sistem instalasi uap turbin, tidak optimalnya kinerja pompa vakum, menurunnya tekanan air pendingin kondensor, meningkatnya suhu air pendingin kondensor, serta kesalahan dalam pengoperasian turbin generator. Faktor-faktor tersebut saling berhubungan dan dapat menyebabkan meningkatnya tekanan balik (back pressure) pada turbin.. Dengan di latar belakangi keadaan ini, penulis melakukan penelitian berdasarkan pengalaman praktek berlayar di kapal dengan judul **"ANALISIS MENURUNNYA KEVAKUMAN PADA KONDENSOR UTAMA TERHADAP EFISIENSI PROSES KONDENSASI PADA KAPAL LNG/C EKAPUTRA 1".** Penulis mengambil judul tersebut karena sering muncul berbagai permasalahan yang disebabkan oleh menurunnya tingkat kevakuman kondensor utama. Kondisi ini berdampak pada terganggunya kelancaran pengoperasian kapal akibat kinerja turbin uap yang tidak bekerja secara optimal. Salah satu dampak umum dari berkurangnya

kevakuman pada kondensor utama adalah menurunnya kinerja ketel induk, yang disebabkan oleh terhambatnya sirkulasi air pengisi ketel dari kondensor. Oleh karena itu, Upaya yang mempertahankan kevakuman kondensor utama menjadi hal yang sangat penting dikaji, serta diperlukan pelaksanaan perawatan yang tepat dan berkesinambungan agar operasional kapal dapat berjalan dengan baik.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya serta pengalaman yang penulis peroleh selama melaksanakan praktik laut di kapal LNG/C Ekaputra 1, penulis menetapkan beberapa permasalahan yang akan diidentifikasi dalam penyusunan skripsi yaitu:

1. Kebocoran udara di dalam sistem instalasi uap turbin.
2. Tidak optimalnya kinerja pompa vakum.
3. Penurunan tekanan air pendingin kondensor.
4. Naiknya suhu air pendingin kondensor.
5. Kesalahan pengoperasian saat menjalankan turbin generator.

C. BATASAN MASALAH

1. Penelitian ini dibatasi pada sistem turbin uap, pompa vakum, dan kondensor yang terdapat di kapal LNG Ekaputra 1 saat kondisi operasi normal.
2. Pembahasan di fokuskan pada kebocoran udara pada sistem vakum, kinerja pompa vakum, serta tekanan air pendingin kondensor sebagai parameter utama penelitian.
3. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif yaitu pendekatan berupa hasil observasi, wawancara singkat dengan kru mesin, serta evaluasi prosedur pengoperasian dan perawatan.
4. Penelitian tidak mencakup perubahan desain atau modifikasi teknis peralatan, melainkan terbatas pada evaluasi kinerja berdasarkan kondisi actual di lapangan.
5. Data penelitian diperoleh dari hasil pengamatan langsung, pengukuran operasional catatan mesin, dan informasi pendukung dari kru terkait selama kapal LNG Ekaputra 1 beroperasi.

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang tersebut, guna mempermudah penyususnan skripsi ini diperlukan adanya perumusan masalah. Oleh karena itu, penulis menetapkan rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1.Bagaimana upaya meningkatkan kinerja pompa vakum tetap optimal?

2.Apa penyebab menurunnya tekanan air pendingin kondensor?

3.Apa penyebab naiknya suhu air pendingin kondensor?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program Diploma IV yang diselenggarakan oleh Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Untuk merumuskan upaya peningkatan kinerja pompa vakum serta menjaga tekanan air pendingin agar tetap optimal
b. Untuk menganalisis penyebab menurunnya tekanan air pendingin yang masuk menuju kondensor utama
c. Untuk mengetahui penyebab naiknya suhu air pendingin pada kondensor utama

2. Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian ini, pembaca diharapkan dapat memahami pentingnya menjaga tingkat kevakuman pada kondensor utama sebagai upaya untuk mengoptimalkan kinerja turbin uap secara teoritis, dengan manfaat sebagai berikut:

a. Secara Teoritis

1. Penelitian diharapkan dapat memperkaya kajian teoritis terkait sistem kondensasi, khususnya mengenai hubungan antara tingkat kevakuman pada kondensor utama dengan efisiensi proses kondensasi
2. Dapat memperkuat pemahaman mengenai pengaruh tekanan (vakum) terhadap laju perpindahan panas, serta performa kondensor dalam siklus termodinamika
3. Dapat memberikan kontribusi dalam bentuk pendekatan analisis atau perhitungan efisiensi kondensor berdasarkan variasi tingkat kevakuman yang terjadi.

b. Secara Praktis

1. Pemahaman terhadap pengaruh kevakuman yang menurun dapat membantu mengurangi *losses* energi , meningkatkan performa sistem, serta menekan biaya operasional akibat inefisiensi.

2.Hasil penelitian dapat menjadi dasar dalam pengambilan Keputusan terkait perawatan (*maintenance*), perbaikan sistem vakum, atau peningkaran desain kondensor.

3. Dengan menjaga kondisi kevakuman yang optimal, sistem kondensor dapat bekerja lebih stabil sehingga meningkatkan keandalan dan memperpanjang umur pakai peralatan.

4.Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi bagi operator atau teknisi dalam menjaga kestabilan kevakuman kondensor guna mempertahankan efisiensi proses kondensasi.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk mempermudah pembaca dalam mengikuti serta memahami isi skripsi ini dan menghindari kesalahan dalam penyusunan, maka skripsi disusun secara sistematis ke dalam beberapa bab. Setiap bab terdiri atas subbab yang saling berkaitan sehingga membantu pembaca memahami keseluruhan isi skripsi. Adapun sistematika penulisan skripsi ini terbagi ke dalam lima bab, yaitu sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini memuat uraian mengenai latar belakang dan permasalahan penelitian, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, serta tujuan dan manfaat penyusunan skripsi yang membahas penurunan tingkat kevakuman pada kondensor utama.

BAB II. LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka berisi pembahasan teori-teori dan pemikiran yang mendasari judul penelitian. Teori yang diuraikan merupakan teori yang relevan dengan penelitian yag dilakukan dan digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kerangka pemikirian.

B. Kerangka Pikir

Kerangka pikir disajikan secara sistematis dan kronologis dalam upaya penyelesaian permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman teori dan konsep yang digunakan. Penyajian dilakukan dalam bentuk bagian alur sederhana yang dilengkapi dengan penjelasan singkat.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi/Tempat Penelitian

Bagian ini menjelaskan Lokasi penelitian, yaitu tempat penulis melaksanakan praktik laut selama satu tahun, hingga menemukan permasalahan yang terjadi di kapal LNG/C Ekaputra 1.

B. Data yang Diperlukan

Uraian mengenai jenis data yang digunakan dalam penelitian serta macam-macam data yang dikumpulkan untuk menunjang penelitian.

C. Metode Penelitian

Metode penelitian menjelaskan teknik pengumpulan data yang digunakan penulis dalam memperoleh data penelitian dengan pendekatan kualitatif.

D. Teknik Analisis Data

Bagian ini menguraikan metode serta alat yang digunakan dalam proses analisis data penelitian.

BAB IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh beserta analisis dan pembahasan terhadap hasil tersebut. Pembahasan diarahkan untuk menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Simpulan merupakan hasil akhir penelitian yang disusun secara deduktif berdasarkan temuan penelitian. Penyajiannya dilakukan secara sistematis, jelas, dan ringkas

B. Saran

Saran berisi rekomendasi atau masukan sebagai alternatif Solusi terhadap permasalahan yang diteliti, yang disusun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka dalam penelitian ini disusun sebagai landasan teoritis untuk memahami permasalahan menurunnya kevakuman pada kondensor utama serta pengaruhnya terhadap efisiensi proses kondensasi di kapal LNG/C Ekaputra 1. Melalui kajian terhadap teori sistem turbin uap, prinsip kerja kondensor, konsep kevakuman, serta hasil penelitian terdahulu yang relevan, diharapkan diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai hubungan antara tekanan vakum kondensor dan kinerja sistem tenaga uap. Landasan teori ini menjadi dasar dalam menganalisis data serta menarik kesimpulan pada bab-bab selanjutnya.

1. Sistem Tenaga Uap pada Kapal LNG *Carrier*

Kapal LNG *carrier* sering memanfaatkan gas yang menguap dari muatan akibat perbedaan temperatur di tangki sebagai bahan bakar boiler, sehingga energi BOG ini dapat digunakan untuk menghasilkan uap yang memasok turbin uap tanpa memerlukan bahan bakar tambahan yang besar (Budiyanto et al., 2024: 3). Gas yang menguap akibat kenaikan temperatur selama pelayaran tidak dibuang, tetapi dimanfaatkan kembali sebagai energi panas pada ruang bakar boiler. Panas hasil pembakaran mengubah air menjadi uap bertekanan tinggi yang selanjutnya dialirkan menuju turbin utama untuk menghasilkan tenaga putar pada poros propeller (Angga, 2023: 18-21).

Dalam sistem tenaga uap, energi panas dari pembakaran bahan bakar di dalam boiler digunakan untuk mengubah air menjadi uap bertekanan dan bertemperatur tinggi. Uap tersebut kemudian dialirkan menuju turbin untuk menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros. Prinsip kerja ini didasarkan pada siklus Rankine yang merupakan sikluste rmodinamika tertutup dengan

tahapan pemanasan, ekspansi, kondensasi, dan pemompaan kembali fluida kerja (Soeleman, 2009: 24–25). Dengan demikian, sistem tenaga uap pada kapal LNG tidak hanya berfungsi sebagai sistem propulsi, tetapi juga sebagai sistem konversi energi panas menjadi energi mekanik yang kontinu.selisih entalpi sehingga energi ekspansi meningkat (Sya'diah & Wuryanti, 2024: 120-126). Oleh karena itu, kondisi vakum kondensor menjadi faktor utama dalam menentukan efisiensi sistem tenaga uap (Kurnianto, 2021: 29-32).

2. Kondensor Utama *(Main Condenser)*

a. Pengertian Kondensor

Kondensor merupakan komponen vital dalam sistem tenaga uap karena berfungsi untuk mengubah kembali uap bekas menjadi air (*feed water*) sehingga siklus dapat berlangsung secara kontinu. Selain itu, kondensor juga berfungsi menciptakan kondisi tekanan rendah (vakum) pada sisi keluar turbin. Tekanan vakum yang baik akan menurunkan back pressure turbin dan meningkatkan efisiensi ekspansi uap (Soeleman, 2009: 24). Selain sebagai pengubah fase, kondensor juga berfungsi menciptakan tekanan vakum pada sisi *exhaust* turbin (Ridwan et al., 2020: 79). Tanpa kondisi vakum, turbin akan bekerja melawan tekanan atmosfer sehingga daya turun drastis.

b. Fungsi Kondensor pada Sistem Kapal

Fungsi utama kondensor pada kapal LNG adalah:

1) Mengubah uap buang menjadi air kondensat
2) Menjaga siklus air pengisi ketel
3) Menurunkan tekanan balik turbin
4) Meningkatkan efisiensi termal sistem
5) Menghilangkan gas non-kondensabel

Kondensor menjadi komponen penghubung antara sistem turbin dan sistem boiler sehingga gangguan pada kondensor akan langsung mempengaruhi performa propulsi kapal (Hidayatullah, 2023: 45).

c. Prinsip Perpindahan Panas

Perpindahan panas dalam kondensor terjadi melalui konduksi pada dinding tube dan konveksi pada sisi uap serta air laut. Besarnya panas yang dilepas dirumuskan:

$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$

Keterangan:

Q = laju perpindahan panas

U = koefisien perpindahan panas total

A = luas permukaan perpindahan panas

ΔT = perbedaan temperatur

Semakin kecil ΔT akibat temperatur air laut tinggi atau *fouling*, maka kemampuan kondensasi menurun (Rosyada et al., 2018: 104).

3. Kevakuman Kondensor

a. Pengertian Vakum

Vakum adalah kondisi tekanan di bawah tekanan atmosfer yang terbentuk karena uap mengalami kondensasi dan volumenya menyusut drastis (Hidayatullah, 2023: 47). Pada kondensor kapal, tekanan umumnya berkisar 0,85 – 0,95 bar *vacuum* tergantung desain.

Tekanan rendah ini memperbesar energi ekspansi turbin sehingga meningkatkan efisiensi (Sya'diah & Wuryanti, 2024: 120).

b. Pembentukan Vakum

Vakum pada kondensor utama terbentuk melalui dua proses yang berlangsung secara bersamaan. Proses pertama adalah kondensasi uap, yaitu perubahan fase uap bekas turbin menjadi air kondensat setelah bersentuhan dengan pipa-pipa pendingin yang dialiri air laut. Perubahan fase ini menyebabkan volume uap menyusut secara signifikan sehingga tekanan dalam kondensor menurun dan tercipta kondisi vakum. Proses kedua adalah pembuangan gas non-kondensabel, seperti udara dan karbon dioksida (CO2), menggunakan *air ejector* atau *vacuum pump*. Gas-gas tersebut tidak dapat mengalami kondensasi pada kondisi kerja kondensor sehingga apabila terakumulasi akan meningkatkan tekanan di dalam kondensor, mengurangi tingkat kevakuman, dan menurunkan efisiensi proses kondensasi. Oleh karena itu, gas non-kondensabel harus dikeluarkan secara terus-menerus agar kondisi vakum tetap terjaga dan kinerja kondensor tetap optimal (Melkias & Gomez 2024:7).

c. Pengaruh Vakum Terhadap Turbin

Semakin tinggi tingkat kevakuman pada kondensor utama, semakin rendah back pressure yang terjadi pada sisi buang turbin uap. Kondisi ini memungkinkan uap bekas keluar dari turbin dengan hambatan yang lebih kecil

sehingga proses ekspansi uap berlangsung lebih sempurna. Akibatnya, energi panas yang terkandung dalam uap dapat dikonversi menjadi energi mekanik secara lebih optimal, sehingga daya keluaran turbin meningkat. Sebaliknya, apabila tingkat kevakuman menurun, back pressure pada sisi buang turbin akan meningkat. Peningkatan tekanan balik tersebut menghambat proses ekspansi uap di dalam turbin, sehingga Sebagian energi panas tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk menghasilkan kerja mekanik. Kondisi ini menyebabkan penurunan daya turbin sekaligus menurunkan efisiensi siklus Rankine secara keseluruhan. Oleh karena itu, menjaga tingkat kevakuman kondensor tetap optimal merupakan salah satu faktor penting dalam mempertahankan efisiensi pembangkitan tenaga pada sistem turbin uap (Kurnianto, 2021: 109)

4. Penyebab Menurunnya Kevakuman

a. Kebocoran Udara

Udara masuk melalui *flange*, *gland packing*, *manhole* dan sambungan pipa. Masuknya udara menaikkan tekanan parsial gas sehingga vakum turun (Ridwan et al., 2020: 82).

b. *Fouling Tube* Kondensor

Kerak garam dan organisme laut menutup permukaan perpindahan panas sehingga temperatur kondensasi meningkat (Rosyada et al., 2018: 104).

c. Temperatur Air Laut Tinggi

Kondisi temperature air laut yang tinggi menyebabkan proses pendinginan pada kondensor menjadi kurang optimal, sehingga uap tidak sepenuhnya mengembun dengan efektif karena penurunan selisih temperatur antara uap dan media pendingin yang menurunkan laju perpindahan panas dari uap ke air laut (Putra, Melkias, & Maridjo, 2019: 3).

d. Kinerja *Ejector/ Vacuum Pump*

Gas non-kondensabel tidak terhisap dengan baik sehingga tekanan meningkat (Melkias & Gomez, 2024: 9).

e. Beban Operasi Turbin

Perubahan beban turbin berpengaruh langsung terhadap tekanan dan temperatur uap buang, sehingga kinerja kondensor sangat ditentukan oleh kemampuan sistem pendingin dalam menyerap panas secara optimal (Putra, Melkias, & Maridjo, 2019: 4).

5. Dampak Terhadap Efisiensi Kondensasi

Penurunan vakum menyebabkan kondensasi tidak sempurna sehingga sebagian uap masih berada dalam fase gas (Hidayatullah, 2023). Kondisi ini meningkatkan tekanan balik turbin dan menurunkan daya output (Sya'diah & Wuryanti, 2024: 126).

B. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu diperlukan untuk mengetahui sejauh mana kajian mengenai kevakuman kondensor dan pengaruhnya terhadap kinerja sistem turbin uap telah dilakukan. Melalui penelaahan beberapa jurnal dan penelitian sebelumnya, dapat diidentifikasi variabel yang telah diteliti, metode yang digunakan, serta hasil yang diperoleh. Selain itu, kajian ini juga membantu menjadi dasar dilakukannya penelitian

Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu

No	Peneliti & Tahun	Judul Penelitian	Persamaan Variabel	Perbedaan Variabel	Hasil Penelitian
1	Putra, B. (2021)	Evaluasi Sistem Pendingin Air Laut pada Kapal Kargo	Sama-sama meneliti pengaruh media pendingin terhadap kinerja kondensor	Fokus pada sistem *seawater cooling*, bukan vakum kondensor langsung	Ditemukan bahwa kenaikan temperatur air laut masuk dari 28°C menjadi 33°C menyebabkan temperatur kondensasi meningkat ±4°C. Akibatnya tekanan kondensor naik dari 0,088 bar menjadi 0,112 bar. Laju kondensasi uap menurun

					karena beda temperatur uap-air laut mengecil sehingga sebagian uap tidak terkondensasi sempurna. Efisiensi perpindahan panas turun sekitar 6–8%.
2	Kim & Park (2021)	*Investigation of Air Ingress in Marine Surface Condenser*	Sama-sama membahas penurunan kevakuman kondensor	Fokus kebocoran udara (air ingress) bukan performa termal keseluruhan	Kebocoran udara sebesar 2–4% volume gas *non-condensable* meningkatkan tekanan parsial di kondensor sehingga vakum turun dari −95 kPa menjadi −87 kPa. Gas non-kondensabel membentuk lapisan isolasi termal pada permukaan *tube* sehingga koefisien perpindahan panas menurun hingga 12%.

					Back pressure turbin meningkat dan konsumsi energi pompa meningkat.
3	Hasan, A. (2022)	Pengaruh Performa Pompa Vakum terhadap Kevakuman Kondensor	Sama-sama meneliti kevakuman kondensor	Fokus peralatan pembentuk vakum	Penurunan kapasitas pompa vakum akibat keausan impeller 18% menyebabkan tekanan kondensor naik dari 0,085 bar menjadi 0,125 bar. Akibatnya waktu pembentukan vakum lebih lama dan terjadi akumulasi gas non-kondensabel. Laju kondensasi uap turun ±10% sehingga temperatur uap keluar turbin meningkat 5–7°C.
4	Dewi, L. (2023)	Studi Kinerja Kondensor dalam Siklus	Sama-sama menganalisis efisiensi	Analisis berbasis siklus energi	Efisiensi kondensor dipengaruhi

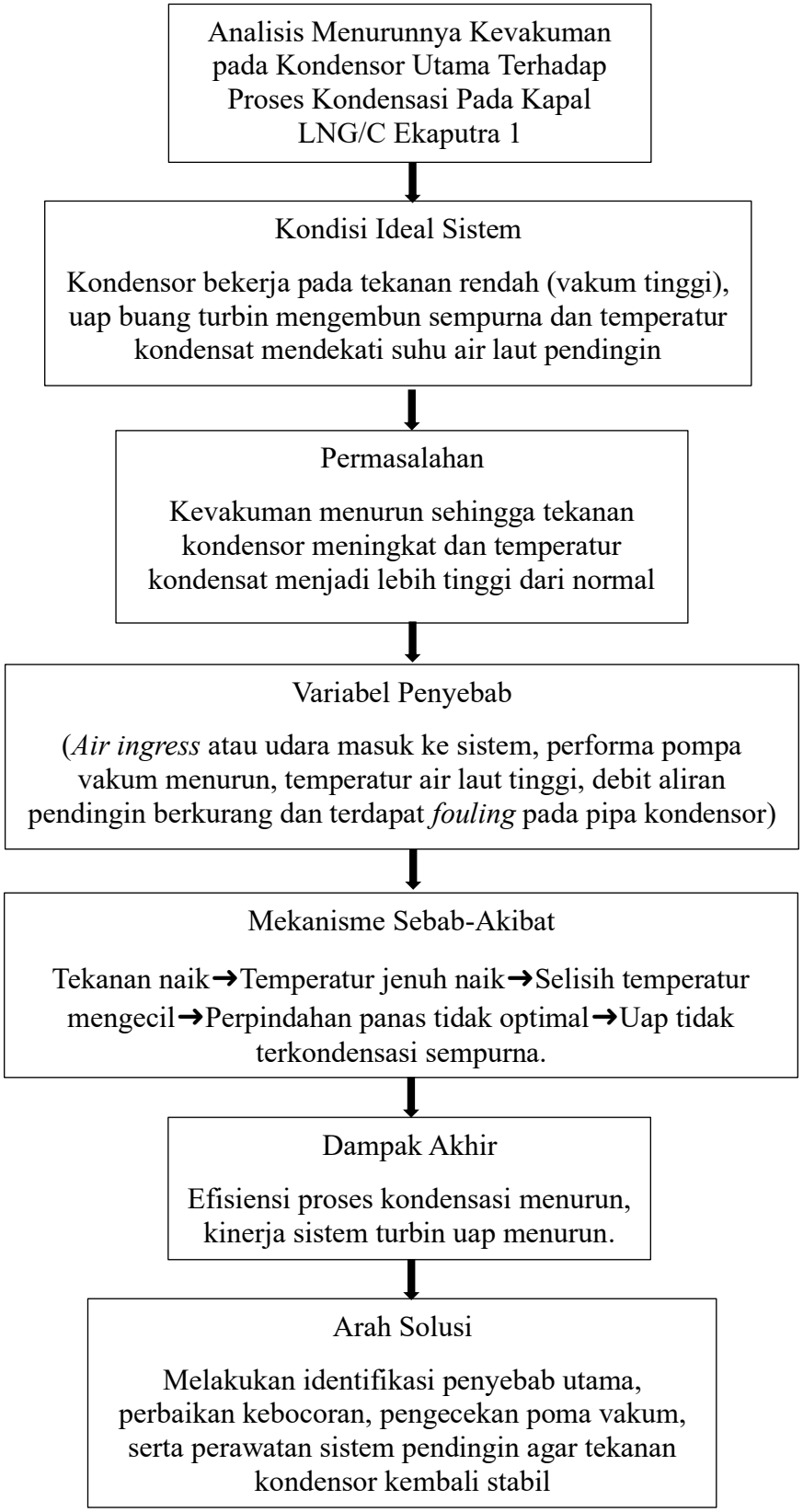
		Rankine di Industri Kelautan	proses kondensasi	makro, bukan penyebab vakum	langsung oleh tekanan kondensasi. Saat tekanan naik dari 0,09 bar ke 0,12 bar, efisiensi siklus turun dari 37,9% menjadi 36,8%. *Heat rejected* tidak maksimal sehingga kerja turbin menurun. Ditemukan hubungan linier antara tekanan kondensor dan efisiensi termal.
5	Yamada et al. (2020)	*Seawater Cooling System Effect on LNG Vessel Condenser Performance*	Sama-sama pada kapal LNG dan performa kondensor	Fokus debit aliran air laut pendingin	Penurunan *flow rate* air laut 15% menyebabkan kenaikan temperatur outlet kondensor 6°C dan tekanan naik dari 0,082 bar menjadi 0,11 bar. Hal ini menurunkan

					laju kondensasi uap dan meningkatkan spesifik konsumsi energi turbin ±4%. Sistem kembali normal setelah *flow* dipulihkan.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa kinerja kondensor sangat dipengaruhi oleh perubahan tekanan dan kondisi sistem pendingin. Putra (2021) menjelaskan bahwa kenaikan temperatur air laut masuk menyebabkan tekanan kondensor meningkat dan efisiensi perpindahan panas menurun. Kim dan Park (2021) menemukan bahwa masuknya udara non-kondensabel walaupun dalam jumlah kecil dapat menurunkan vakum dan menghambat proses perpindahan panas. Hasan (2022) menunjukkan bahwa penurunan performa pompa vakum berdampak pada kenaikan tekanan kondensor dan berkurangnya laju kondensasi uap. Sementara itu, Dewi (2023) membuktikan bahwa kenaikan tekanan kondensasi berpengaruh langsung terhadap penurunan efisiensi siklus termal. Penelitian Yamada et al. (2020) juga memperlihatkan bahwa berkurangnya debit air laut pendingin menyebabkan tekanan naik dan performa kondensor menurun.

C. KERANGKA PEMIKIRAN

Penurunan kevakuman pada kondensor menyebabkan tekanan kondensasi meningkat sehingga proses pelepasan panas dari uap ke media pendingin tidak berlangsung optimal. Akibatnya sebagian uap tidak terkondensasi sempurna dan temperatur uap keluar tetap tinggi. Kondisi ini menurunkan efektivitas proses kondensasi dan berdampak langsung pada efisiensi sistem turbin uap di kapal LNG.



Gambar 2.1
Kerangka Pikir

Berdasarkan gambar 2.1 dapat dijelaskan bahwa penelitian ini berawal dari kondisi ideal sistem kondensor utama yang bekerja pada tekanan rendah atau dalam keadaan vakum tinggi. Pada kondisi tersebut, uap buang dari turbin dapat terkondensasi secara sempurna ketika bersentuhan dengan permukaan pipa kondensor yang didinginkan oleh air laut. Dalam kondisi normal, temperatur kondensat yang dihasilkan akan mendekati temperatur air laut pendingin sehingga menunjukkan bahwa proses kondensasi berlangsung dengan baik. Namun dalam kondisi operasional, dapat terjadi penurunan kevakuman pada kondensor. Menurunnya kevakuman ini menyebabkan tekanan di dalam kondensor meningkat sehingga temperatur kondensat menjadi lebih tinggi dari kondisi normal. Keadaan ini menunjukkan bahwa proses kondensasi tidak berjalan secara optimal. Penurunan kevakuman pada kondensor dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya masuknya udara ke dalam sistem (*air ingress*), menurunnya performa pompa vakum, meningkatnya temperatur air laut sebagai media pendingin, berkurangnya debit aliran air pendingin, serta adanya kotoran atau fouling pada pipa-pipa kondensor yang dapat menghambat proses perpindahan panas.

Faktor-faktor tersebut kemudian menimbulkan hubungan sebab–akibat dalam sistem kondensor. Ketika kevakuman menurun, tekanan di dalam kondensor akan meningkat. Peningkatan tekanan ini menyebabkan temperatur jenuh uap ikut meningkat sehingga selisih temperatur antara uap dan media pendingin menjadi semakin kecil. Akibatnya proses perpindahan panas tidak berlangsung secara maksimal dan uap tidak dapat terkondensasi secara sempurna. Kondisi tersebut pada akhirnya akan berdampak pada menurunnya efisiensi proses kondensasi serta mempengaruhi kinerja sistem turbin uap. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan cara melakukan identifikasi penyebab utama penurunan kevakuman, memperbaiki kebocoran yang memungkinkan udara masuk ke dalam sistem, melakukan pengecekan pompa vakum, serta melakukan perawatan pada sistem pendingin kondensor agar tekanan di dalam kondensor dapat kembali stabil.

.BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis menurunnya kevakuman pada kondensor utama terhadap efisiensi proses kondensasi di kapal LNG/C Ekaputra 1, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian, kinerja pompa vakum dapat dipertahankan agar tetap optimal dengan melakukan perawatan secara rutin sesuai jadwal yang telah ditetapkan, memeriksa kondisi sistem pendingin, serta mencatat setiap hasil pemeriksaan dan perawatan yang telah dilakukan. Dari beberapa upaya tersebut, pelaksanaan perawatan secara berkala menjadi langkah yang paling penting karena dapat mengetahui kondisi komponen pompa sejak awal sebelum terjadi kerusakan yang dapat menyebabkan penurunan kevakuman pada kondensor utama.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan tekanan air pendingin terjadi karena aliran air laut menuju kondensor tidak berjalan dengan baik. Kondisi tersebut disebabkan oleh adanya penyumbatan pada *sea strainer*, penumpukan kotoran atau kerak di dalam pipa pendingin, serta kebocoran pada sistem perpipaan. Dari ketiga penyebab tersebut, penyumbatan pada *sea strainer* merupakan penyebab yang paling sering ditemukan karena secara langsung menghambat masuknya air laut ke sistem pendingin. Untuk mengatasi masalah tersebut, *sea strainer* perlu dibersihkan secara rutin, pipa pendingin diperiksa dan dibersihkan secara berkala, serta komponen perpipaan yang mengalami kerusakan segera diperbaiki atau diganti.
3. Berdasarkan hasil penelitian, kenaikan suhu air pendingin dipengaruhi oleh meningkatnya temperatur air laut dan berkurangnya jumlah air pendingin yang mengalir ke kondensor. Ketika debit air pendingin menurun, proses pelepasan panas di dalam kondensor menjadi kurang maksimal sehingga suhu air pendingin

meningkat dan kevakuman kondensor ikut menurun. Untuk mengurangi kondisi tersebut, jalur aliran air pendingin perlu diperiksa dan dibersihkan secara berkala agar aliran tetap lancar. Selain itu, pengoperasian sistem pendingin juga perlu diawasi dengan lebih baik saat kapal berlayar di perairan yang memiliki temperatur air laut lebih tinggi

2. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam meningkatkan kinerja kondensor utama di kapal LNG/C Ekaputra 1 maupun kapal sejenis, yaitu sebagai berikut:

1. Program perawatan preventif pada kondensor utama perlu dilaksanakan secara konsisten sesuai *jadwal Planned Maintenance System* (PMS). Pembersihan pipa kondensor melalui *backwash* maupun pembersihan manual sebaiknya dilakukan secara berkala untuk mencegah terjadinya *fouling* yang dapat menghambat proses perpindahan panas.
2. Pemeriksaan terhadap *vacuum pump* dan seluruh sambungan perpipaan yang berhubungan dengan sistem vakum perlu dilakukan secara rutin guna menghindari masuknya udara ke dalam sistem. Kebocoran sekecil apa pun dapat mempengaruhi tingkat kevakuman dan menurunkan efisiensi kondensasi.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengkaji pengaruh faktor lain yang berhubungan dengan sistem kondensasi, seperti temperatur air laut, performa *ejector* atau *vacuum pump*, serta analisis efisiensi termal siklus Rankine secara lebih rinci sehingga diperoleh hasil penelitian yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Angga, S. (2023). Analisis dampak penurunan vakum kondensor terhadap performa turbin utama pada kapal LNG. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Budiyanto, M.A., et al. (2024). Techno-Economic Analysis of Combined Gas and Steam Propulsion System of Liquefied Natural Gas Carrier. Energies, 17(6).

Dewi, L. (2023). Studi kinerja kondensor dalam siklus Rankine di industri kelautan. Jurnal Teknik Sistem Perkapalan, 7(2), 115–123.

Haid, S. (2013). Sistem Turbin Uap pada Kapal LNG. Jakarta: Penerbit Maritim Nusantara.

Hasan, A. (2022). Pengaruh performa pompa vakum terhadap kevakuman kondensor. Jurnal Mesin dan Energi Maritim, 5(1), 41–49.

Hidayatullah, N. (2023). Pengaruh tekanan vacuum condenser terhadap kinerja steam turbine generator. Jurnal Rekayasa Mekanika, 8(2), 45–52.

IRWNS. (2024). *Prosiding Indonesian Research Week* on *Naval Studies (IRWNS)* 2024. Surabaya: Panitia IRWNS.

Kim, J., & Park, S. (2021). Investigation of air ingress in marine surface condenser. *International Journal* of *Marine Engineering*, 163(A4), 255–263.

Kurnianto, S. (2021). Pengaruh tekanan vakum kondensor terhadap heat rate turbin uap pada sistem pembangkit. Jakarta: Institut Teknologi PLN.

Kurniawan, Y. (2020). Penurunan kevakuman kondensor pada instalasi turbin uap generator kapal LNG. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Melkias, A., & Gomez, S. (2024). Evaluasi kinerja steam jet ejector terhadap kevakuman kondensor. Jurnal Sains dan Teknologi, 12(1), 1–9.

Putra, B. (2021). Evaluasi sistem pendingin air laut pada kapal kargo. Jurnal Teknologi Transportasi Laut, 9(1), 33–40.

Putra, B. R., Melkias, A., & Maridjo. (2019). *Analisis pengaruh temperatur dan laju alir air pendingin terhadap kinerja kondensor di PLTU Cirebon Unit 1*. Jurnal Teknik Energi, Politeknik Negeri Bandung, 4(1), 1-6

Ridwan, M., Yuherlina, R., & Putra, D. (2020). Analisa penurunan kevakuman pada kondensor utama terhadap kinerja turbin uap di kapal LNG. *Prosiding Conference on Practical Ship Engineering*, 3(1), 78–85.

Rosyada, A., Anhar, A., & Silanegara, I. (2018). Analisis kinerja kondensor sebelum dan sesudah overhaul pada sistem tenaga uap. Jurnal Politeknologi, 17(2), 101–108.

Sekaran, U., & Bougie, R. (2020). Research Methods for Business: A Skill Building Approach. Wiley.

Soeleman, S. (2009). Analisa prestasi kerja turbin uap pada beban tertentu dan siklus kondensasi. Sintek: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, hal. 24–25.

Sya’diah, S. H., & Wuryanti, S. (2024). Analisis pengaruh perubahan tekanan vakum kondensor terhadap performa turbin uap. Proceeding Seminar Nasional Teknik Mesin, 5(1), 120–126.

Yamada, T., Suzuki, H., & Tanaka, R. (2020). Seawater cooling system effect on LNG vessel condenser performance. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(11), 912.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kapal ST. Ekaputra 1





Lampiran 2 ***Crew List***

TO : BRG, G, D, C, B, A, ECR / SOPEP CCR , SOPEP UPP DK, SOLAS Tr.Man (5) & Fire Tr.Man(5), FIRE PLAN (2).LIFEBOAT (2), (TOTAL : 23)

CREW LIST

EKAPUTRA 1 August 21, 2024

No.	NAME	RANK	NATIONALITY
1	CHEPPY CAIRIL ANWAR	MASTER	INDONESIA
2	KUBAISI RAMADANI	CHIEF MATE	INDONESIA
3	DERRY WARSIDI	1st MATE	INDONESIA
4	AHMAD NOFRI MULKAN	2nd MATE	INDONESIA
5	ARIF RAHMAN	3rd MATE	INDONESIA
6	RIAN SEPTIAN RAFALE	4th MATE	INDONESIA
7	SATRIO UTOMO	CHIEF ENGINEER	INDONESIA
8	CATUR PUTRA LAKSONO	Sr. 1st ENGINEER	INDONESIA
9	INDRA TOKASHI SIANTURI	Jr 1st ENGINEER	INDONESIA
10	ILHAM ACHMAD SYAFII	2nd ENGINEER	INDONESIA
11	PUJI ANGGITO	3rd ENGINEER	INDONESIA
12	ROBBY YUDHA SAMUDERA	4th ENGINEER	INDONESIA
13	ABDUL MUIS	BOATSWAIN	INDONESIA
14	MUJIANTO	AB SEAMAN (A)	INDONESIA
15	RAHMAN	AB SEAMAN (B)	INDONESIA
16	FADHLAN IBNU FASYA	AB SEAMAN (C)	INDONESIA
17	JULIUS JUMADI TARDAS HUTABARAT	AB SEAMAN (D)	INDONESIA
18	PHILIPS KRISTIAN	AB SEAMAN (E)	INDONESIA
19	HENDRO EFWALDI	ORDINARY SEAMAN	INDONESIA
20	DWI RIYANTO	NO. 1 OILER	INDONESIA
21	EDWAR	OILER (A)	INDONESIA
22	ILHAM DWI LAKSONO PUTRA	OILER (B)	INDONESIA
23	HENDRIZAL	OILER (C)	INDONESIA
24	JAMIL	OILER (D)	INDONESIA
25	BRIAN OKTORA	OILER (E)	INDONESIA
26	ADITIA NUR ANAS	WIPER	INDONESIA
27	BAMBANG GEMA RAHARJA	CHIEF COOK	INDONESIA
28	ISMAIL YUDI SALIKIN	COOK	INDONESIA
29	DEVAN NUR HANAFI	MESSMAN	INDONESIA
30	ANANDA ANGGRA PRASETYO	DECK CADET	INDONESIA
31	MUHAMMAD DIO FAHROZI	ENGINE CADET	INDONESIA

TOTAL 31 PERSONS INCLUDING MASTER

PT. SAMUDERA SARANA BAHARI ING / C EKAPUTRA 1 JAKARTA - INDONESIA

Capt. CEPPY CAIRIL ANWAR
MASTER OF EKAPUTRA 1

Lampiran 3 *Engine Room* ST. Ekaputra 1



Lampiran 4 *Ship Particular* ST. Ekaputra 1

SHIP'S PARTICULARS

NAME OF VESSEL	:	EKAPUTRA 1
KIND OF VESSEL	:	LNG CARRIER
NATIONALITY	:	INDONESIA
PORT OF REGISTRY	:	JAKARTA
OFFICIAL NUMBER	:	**8560**
CALL SIGN	:	YBBQ2
BUILDER	:	MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES LTD. NAGASAKI - JAPAN
DATE OF KEEL LAID	:	AUGUST 2, 1988
DATE OF LAUNCHED	:	APRIL 1, 1989
DATE OF DELIVERED	:	JANUARY 10, 1990
CLASSIFICATION	:	LLOYD REGISTER, LR NO.8706155, GAS CARRIER
I.M.O NUMBER	:	**8706155**
I.M.D.G Code NO	:	1972 (Methane)
CHARTERER	:	PERUSAHAAN PERTAMBANGAN MINYAK DAN GAS BUMI NEGARA (PERTAMINA)
OPERATOR	:	HUMOLCO LNG INDONESIA., JAKARTA
NUMBER OF CREW	:	**36** Persons (Including MASTER)

PRINCIPLE DIMENSIONS :

Length Overall	290.00 M
Length Between Perpendiculars	276.00 M
Breadth moulded	46.00 M
Depth moulded	25.50 M
Draught Moulded	11.80 M
Max. height above sea level	59.00 M

TONNAGE :

GROSS	**109,281**
NETT	**32,777**

FREEBOARD & DEADWEIGHT :

	DRAFT (EXT)	DISPLACEMENT	DEADWEIGHT
TROPICAL	12.071 M	112.260	81,687
SUMMER	11.825 M	109.558	78,988

CARGO TANK (5 TANKS)
CAPACITY @ -163°C EXCLUDING DOME:

NO.1 TANK =	23,682.570 M3
NO.2 TANK =	29,880.456 M3
NO.3 TANK =	29,879.196 M3
NO.4 TANK =	29,884.038 M3
NO.5 TANK =	23,686.176 M3
TOTAL =	137,012.426 M3

CRYOGENIC & GAS HANDLING MACHINERIES

CARGO PUMP	:	1,300 M3/HOUR x 135 MTH x 10 SETS
SPRAY PUMP	:	50 M3/HOUR x 135 MTH x 3 SETS
BOW THRUSTER	:	24 TONS, 2,240 HP (1,650 KW)
WINDLASS	:	54.5 TONS x 9 M/MIN.

PROJECT AREA :

	FULL LOAD (DRAFT 11.00M)	BALLAST (DRAFT 9.50M)
SIDE	7.900 M2	8.400 M2
FRONT	1.600 M2	1.700 M2

MAIN ENGINE	:	MITSUBISHI MARINE TURBINE ONE 26,700 HP (19,640 KW) X ONE
MAIN BOILER	:	MITSUBISHI MARINE BOILER MAX. EVAPORATION: 50 TONS/HOUR x 2 SETS
CRUISING SPEED	:	16.75 KNOTS
CONSUMPTION OF FUEL OIL	:	133 MT/DAY
BOIL OF RATE	:	0.1% PER DAY
SATCOM V-SAT	:	+65-3159-1486
GMDSS MMSI/DSC	:	525 022 371
E-Mail	:	ekaputra1@humolco.net
Mobile phone (Indonesia)	:	+(62)816-960-955
Iridium Motorola	:	+881-651-447-850
Iridium Pilot Captain	:	+881-677-707-650
Phone Inmarsat FB500	:	(870) 773 991 038

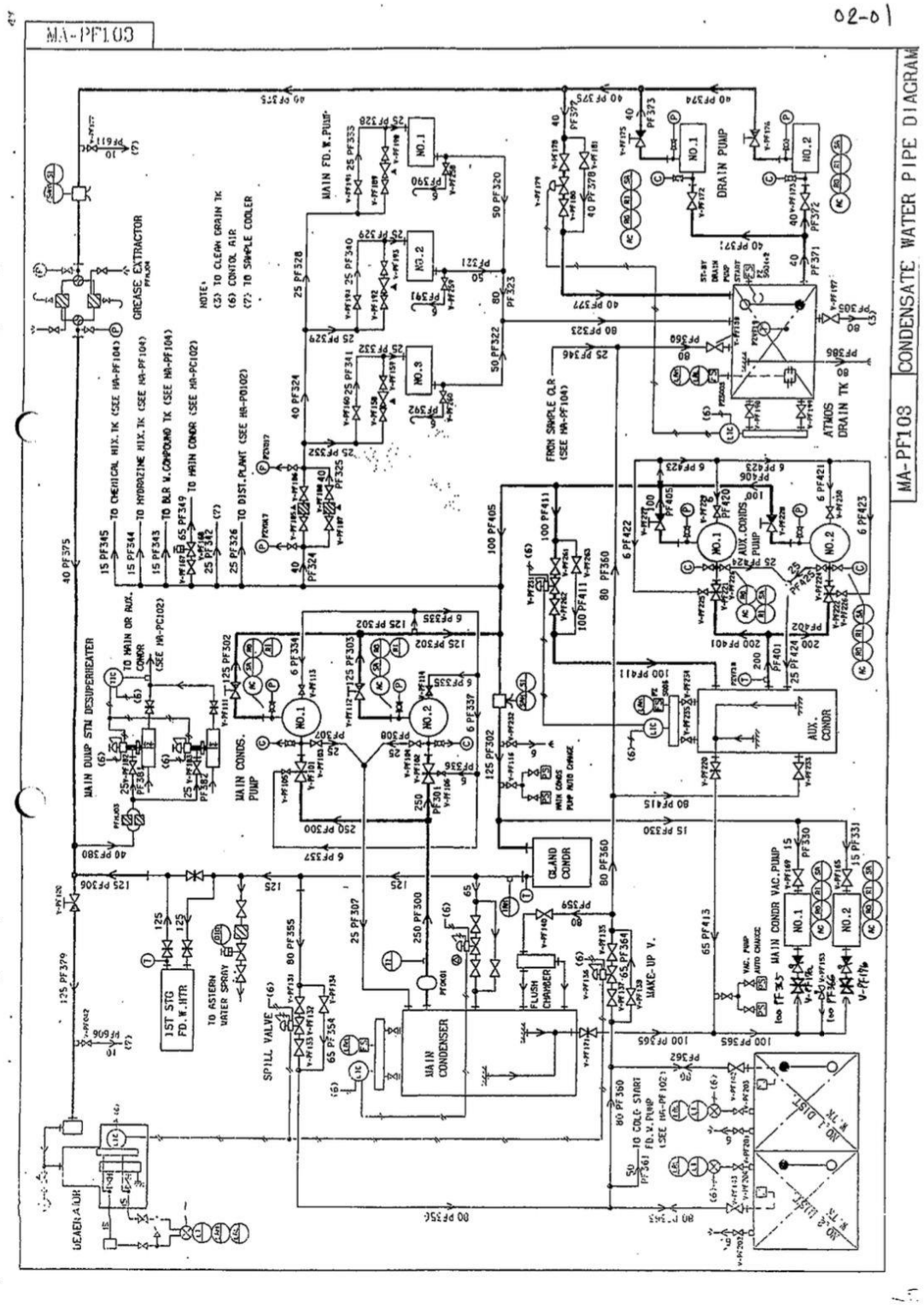
PT. NUSANTARA SARANA BAHARI * LNG / C EKAPUTRA 1 * INDONESIA

Capt. Rahmat Sahrial
MASTER OF EKAPUTRA 1

Lampiran 5 ***Main Condenser Vacuum Pump***



Lampiran 6 ***Condensate Water Piping Diagram***



Lampiran 7 Foto Bersama *Crew Engine*

