

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



SKRIPSI

**Optimalisasi Penggunaan *Gas Combustion Unit (GCU)* Untuk
Menjaga Stabilitas Tekanan Tanki LNG Pada Kapal
EKAPUTRA1**

Oleh:

**ANANDA ANGGARA PRASETYO
NRP. 365221391**

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

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

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



**Optimalisasi Penggunaan *Gas Combustion Unit (GCU)* Untuk
Menjaga Stabilitas Tekanan Tanki LNG Pada Kapal
EKAPUTRA1**

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

Oleh:

**ANANDA ANGGARA PRASETYO
NRP. 365221391**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV
JURUSAN NAUTIKA
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	: Ananda Anggara prasetyo
NRP	: 365221391
Program Pendidikan	: Diploma IV
Program Studi	: Nautika
Judul	: Optimalisasi Penggunaan <i>Gas Combustion Unit (GCU)</i> Untuk Menjaga Stabilitas Tekanan Tanki LNG Pada Kapal EKAPUTRA1

Jakarta, 11 juni 2026
Penulis



Ananda Anggara prasetyo

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



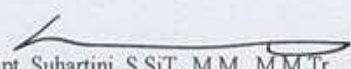
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Ananda Anggara Prasetyo
NRP : 365221391
Program Pendidikan : Diploma IV
Program Studi : Nautika
Judul : Optimalisasi Penggunaan *Gas Combustion Unit (GCU)* Untuk Menjaga Stabilitas Tekanan Tanki LNG Pada Kapal EKAPUTRA1

Jakarta, 11 juni 2026

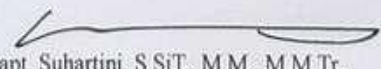
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Capt. Suhartini, S.SiT., M.M., M.M.Tr.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19660421 199103 2 002


Capt. Fahmi Umangsangadji, S.SiT., M. Si.
Pembina(IV/a)
NIP. 19781213 200502 1 001

Mengetahui;
Ketua Jurusan Nautika


Capt. Suhartini, S.SiT., M.M., M.M.Tr.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800307 200502 2 002

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



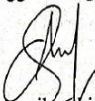
TANDA PENGESAHAN

Nama : Ananda Anggara Prasetyo
NRP : 365221391
Program Pendidikan : Diploma IV
Program Studi : Nautika
Judul : Optimalisasi Penggunaan *Gas Combustion Unit (GCU)* Untuk Menjaga Stabilitas Tekanan Tanki LNG Pada Kapal EKAPUTRA1
Jakarta, 11 juni 2026

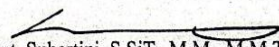
Ketua Penguji


Dr. Capt. Jaja suparman, MM
pembina (IV/b)
NIP. 19670811 199903 1 001

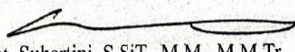
Anggota Penguji 2


Derma watly sihenbing, SE., MM
penata (III/C)
NIP. 19840316 201012 2 002

Anggota Penguji 3


Capt. Suhartini, S.SiT., M.M., M.M.Tr.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800307 200502 2 002

Mengetahui;
Ketua Jurusan Nautika


Capt. Suhartini, S.SiT., M.M., M.M.Tr.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19800307 200502 2 002

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, serta hidayahnya, serta penulis menghaturkan terima kasih kepada orang tua beserta keluarga yang senantiasa memberikan dukungan baik secara moral maupun spiritual, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, dengan judul: **OPTIMALISASI PENGGUNAAN *GAS COMBUSTION UNIT* (GCU) UNTUK MENJAGA STABILITAS TEKANAN TANKI LNG PADA EKAPUTRAI** Yang disusun sebagai bagian dari pemenuhan syarat akademik dalam menuntaskan Program Pendidikan Diploma IV di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

Dalam proses penulisannya, penulis mencoba menguraikan berbagai permasalahan nyata yang terjadi di atas ekaputra1 dan menghubungkannya dengan teori-teori yang relevan dari berbagai sumber literatur. Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, baik dari sisi penyusunan materi maupun penggunaan bahasa yang mungkin belum sempurna. Namun, dengan bimbingan dari dosen pembimbing dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Sebagai bentuk rasa syukur dan penghargaan, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dan sebagai penghormatan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kepada Yth. Bapak Capt. Dr. Tri Cahyadi, MH., M.Mar. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran (STIP) Jakarta.
2. Kepada Yth. Capt. Suhartini, S.Si.T., M.M., M.M.Tr. sebagai Ketua Jurusan Nautika.
3. Kepada Yth. Capt. Suhartini, S.Si.T., M.M., M.M.Tr. sebagai Dosen Pembimbing Utama Skripsi.
4. Kepada Yth. Capt. Fahmi Umangsangadji, S.SiT,M.Si sebagai Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi.
5. Kepada kedua Orang Tua terkasih yang telah memberikan doa dan motivasi, yaitu Bapak Didik irawan dan Ibu sukarti, keempat adik saya Amanda aurelia Azzahra, Muhammad Galih Rahman, Ahmad Marzuq Naufal Abiya dan Fattimah Azzahra
6. Seluruh dosen, instruktur, dan pembimbing Taruna/I Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran

yang telah mendidik serta memberikan ilmu pengetahuan dalam masa pendidikan.

7. Seluruh kru kapal EKAPUTRA1 dan staf kantor perusahaan HUMOLCO LNG Indonesia atas ilmu, dan pengalaman berharga yang telah diberikan selama melakukan praktik laut diatas kapalEKAPUTRA1.
8. Kepada seluruh Taruna/I Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta angkatan LXV gelombang 1.
9. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala dukungan yang telah diberikan hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga dengan terbuka menerima saran dan masukan untuk perbaikan di masa depan. Penulis juga menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan dalam penulisan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat memenuhi syarat kelulusan Program Diploma IV di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.

Jakarta, 11 juni 2026

penulis

ANANDA ANGGARA PRASETYO

DAFTAR ISI

BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
EKAPUTRA1”.....	3
B. IDENTIFIKASI MASALAH.....	3
C. BATASAN MASALAH.....	4
D. RUMUSAN MASALAH.....	4
E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	5
a. Tujuan penelitian	5
b. Manfaat penelitian	5
B. SISTEMATIKA PENULISAN.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
1. Pengertian Optimalisasi	7
2. Pengertian Kapal.....	8
3. Pengertian Kapal Tanker.....	8
7. <i>Gas Combution Unit</i> (GCU)	15
8. Peran GCU Dalam Mengatur Tekanan Tangki LNG	16
B. PENELITIAN TERDAHULU.....	17
C. Kerangka Pemikiran	18
BAB III.....	19
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITAIN	Error! Bookmark not defined.
B. METODE PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
C. SUMBER DATA.....	Error! Bookmark not defined.
D. TEKNIK PENGUMPULAN DATA	Error! Bookmark not defined.
E. POPULASI, SEMPEL, DAN TEKNIK SEMPLING	Error! Bookmark not defined.
F. TEKNIK ANALISIS DATA.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	Error! Bookmark not defined.
A. DESKRIPSI DATA.....	Error! Bookmark not defined.
1) Jadwal bongkar muat di kapal EKAPUTRA1 yang tidak teratur	Error! Bookmark not defined.
2) Efektifitas waktu dan kapasitas pengoprasian GCU yang tidak optimal karena jadwal bongkar muat yang tidak teratur serta <i>trip</i> dan <i>blackout</i> yang terjadi di kapal EKAPUTRA1 .	Error! Bookmark not defined.
B. ANALISIS DATA	Error! Bookmark not defined.

1)	Jadwal bongkar muat di kapal EKAPUTRA1 yang tidak teratur	Error! Bookmark not defined.
2)	Efektifitas waktu dan kapasitas pengoperasian GCU yang tidak optimal karena jadwal regasifikasi yang tidak teratur serta <i>trip</i> dan <i>blackout</i> yang terjadi di kapal EKAPUTRA1..	Error! Bookmark not defined.
C.	ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH	Error! Bookmark not defined.
1.	Jadwal bongkar muat di kapal EKAPUTRA1 yang tidak teratur.	Error! Bookmark not defined.
2.	Efektifitas waktu dan kapasitas pengoperasian GCU yang tidak optimal karena jadwal bongkar muat yang tidak teratur serta <i>trip</i> dan <i>blackout</i> yang terjadi di kapal EKAPUTRA1	Error! Bookmark not defined.
D.	EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH	Error! Bookmark not defined.
E.	PEMECAHAN MASALAH	Error! Bookmark not defined.
1.	Pemecahan masalah pada Ketidakteraturan jadwal regasifikasi di kapal EKAPUTRA1.	Error! Bookmark not defined.
2.	Pemecahan masalah pada Kurangnya efektifitas waktu dan pengoperasian gas combustion unit (GCU) karena jadwal regasifikasi yang tidak teratur dan <i>trip</i> dan <i>blackout</i> yang terjadi di kapal EKAPUTRA1.	Error! Bookmark not defined.
BAB V		21
A.	KESIMPULAN	21
1.	Jadwal bongkar muat kapal EKAPUTRA1 yang tidak teratur	21
2.	Efektifitas waktu dan kapasitas penggunaan GCU yang tidak optimal karena jadwal bongkar muat yang tidak teratur serta <i>trip</i> dan <i>blackout</i> yang terjadi di kapal EKAPUTRA1	21
B.	SARAN	50
1.	Saran untuk pihak kapal:	50
2.	Saran untuk pihak perusahaan:	51

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Pengajuan sinopsis dan judul skripsi
- Lampiran 2** Lembar bimbingan skripsi
- Lampiran 3** Lembar hasil turnitin
- Lampiran 4** *Ship's particular* EKAPUTRA1
- Lampiran 5** *Crew list* EKAPUTRA1
- Lampiran 6** *Gas management mimic*
- Lampiran 7** *Gas combustion unit mimic*
- Lampiran 8** *GCU Layout*
- Lampiran 9** *Letter of Protest* 12 March 2024 *GCU Trip*
- Lampiran 10** Prosedur Start/Stop GCU
- Lampiran 11** Foto *Drone-View* Kapal EKAPUTRA 1
- Lampiran 12** Hasil Wawancara Cadet ke *Officer* dan *Engineer*

ABSTRAK

Ananda, Anggara Prasetyo. 365221391. 2026. “Optimalisasi Penggunaan Gas Combustion Unit (GCU) untuk Menjaga Stabilitas Tekanan Tangki LNG pada Kapal EKAPUTRA1.”

Sektor energi global mengalami perkembangan yang signifikan seiring dengan meningkatnya pemanfaatan *Liquefied Natural Gas* (LNG) sebagai sumber energi alternatif yang lebih bersih dan efisien. Dalam operasional kapal LNG, menjaga tekanan tangki muatan tetap berada dalam batas aman merupakan suatu keharusan, mengingat adanya pembentukan boil-off gas (BOG) secara terus-menerus selama proses penyimpanan dan pengangkutan. Gas Combustion Unit (GCU) merupakan salah satu sistem penting yang berfungsi untuk membakar kelebihan BOG secara terkendali, sehingga dapat menjaga stabilitas tekanan tangki muatan serta memenuhi standar keselamatan internasional.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak ketidakteraturan jadwal distribusi dan regasifikasi LNG terhadap stabilitas tekanan tangki muatan, serta mengevaluasi efektivitas operasional Gas Combustion Unit (GCU) dalam kondisi operasi yang tidak ideal di atas kapal LNGC EKAPUTRA1. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif, dengan teknik pengumpulan data melalui observasi langsung di kapal, studi dokumentasi, serta wawancara mendalam dengan awak kapal. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode komparatif untuk mengidentifikasi kesenjangan antara praktik operasional di lapangan dengan prosedur yang telah ditetapkan sesuai standar internasional.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketidakteraturan jadwal distribusi dan regasifikasi memberikan kontribusi signifikan terhadap fluktuasi tekanan tangki muatan yang berpotensi mengganggu keselamatan dan efisiensi operasional. Selain itu, kinerja GCU belum optimal yang disebabkan oleh beberapa faktor, seperti keterbatasan integrasi sistem, kurangnya pemahaman operasional awak kapal, serta adanya gangguan operasional seperti *trip* dan *blackout*. Kondisi ini menyebabkan pengelolaan BOG menjadi kurang efektif dan meningkatkan ketergantungan pada tindakan korektif.

Berdasarkan hasil tersebut, disarankan adanya peningkatan operasional berupa penyusunan jadwal penanganan muatan yang terstruktur dan konsisten, peningkatan koordinasi antar sistem di kapal, serta penyempurnaan prosedur operasional standar (SOP) dalam penggunaan GCU.

Kesimpulannya, optimalisasi pengoperasian GCU merupakan faktor penting dalam menjaga tekanan tangki muatan tetap berada dalam batas aman. Pengelolaan BOG yang baik tidak hanya menjamin kepatuhan terhadap standar keselamatan internasional, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional serta mendukung transportasi LNG yang ramah lingkungan.

Kata kunci: Kapal LNG, Boil-Off Gas (BOG), Gas Combustion Unit (GCU), Pengendalian Tekanan Tangki Muatan, Optimalisasi Operasional

ABSTRACT

Ananda, Anggara Prasetyo. 365221391. 2026. “ Optimization of Gas Combustion Unit (GCU) Usage to Maintain LNG Tank Pressure Stability on EKAPUTRA1 Vessel”

The global energy sector has experienced significant growth with the increasing utilization of *Liquefied Natural Gas* (LNG) as a cleaner and more efficient alternative energy source. In LNG carrier operations, maintaining cargo tank pressure within safe operating limits is a critical requirement due to the continuous generation of boil-off gas (BOG) during storage and transportation. The Gas Combustion Unit (GCU) is an essential component designed to safely dispose of excess BOG through controlled combustion, thereby ensuring cargo tank pressure stability and compliance with safety regulations.

This study aims to analyze the impact of irregular LNG distribution schedules on cargo tank pressure stability and to evaluate the operational effectiveness of the Gas Combustion Unit (GCU) under non-ideal operating conditions onboard LNGC EKAPUTRA1. A qualitative research approach was employed, with data collected through onboard observation, documentation review, and in-depth interviews with ship personnel. The data were analyzed using comparative methods to identify deviations between actual operational practices and established procedures in accordance with international maritime standards.

The findings indicate that irregular distribution and regasification schedules contribute significantly to cargo tank pressure fluctuations, which may compromise operational safety and efficiency. Furthermore, the performance of the GCU has not been fully optimized due to factors such as limited system integration, inadequate operational awareness, and operational disturbances including *trips* and *blackouts*. These conditions reduce the effectiveness of BOG management and increase reliance on corrective actions.

It is therefore recommended that operational improvements be implemented, including the establishment of a structured and consistent cargo handling schedule, enhanced coordination between ship systems, and improved operational procedures for GCU utilization.

In conclusion, the optimization of GCU operation is a key factor in maintaining cargo tank pressure within safe limits. Proper management of BOG not only ensures compliance with international safety standards but also enhances operational efficiency and supports environmentally responsible LNG transportation.

Keywords: LNG Carrier, Boil-Off Gas (BOG), Gas Combustion Unit (GCU), cargo tank pressure control, operational optimization

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG MASALAH

Industri energi global terus menunjukkan dinamika perkembangan yang signifikan, khususnya dalam pemanfaatan gas alam sebagai sumber energi alternatif yang lebih bersih, efisien, dan berkelanjutan dibandingkan bahan bakar fosil konvensional. Salah satu bentuk pemanfaatan gas alam yang paling efektif adalah *Liquefied Natural Gas* (LNG), yaitu gas alam yang dicairkan melalui proses pendinginan ekstrem hingga volumenya menyusut sekitar 600 kali dari kondisi gas. Proses ini memungkinkan *Liquefied Natural Gas* (LNG) disimpan dan didistribusikan secara lebih ekonomis dan aman ke berbagai wilayah, sehingga mendukung distribusi energi hijau ke berbagai wilayah.

Dalam sistem distribusi *Liquefied Natural Gas* (LNG), keberadaan kapal pembawa *Liquefied Natural Gas* (LNG) EKAPUTRA1 memiliki peran yang sangat penting. EKAPUTRA1 merupakan fasilitas terapung yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan LNG sekaligus melakukan proses pendistribusian sebelum gas disalurkan ke jaringan distribusi darat. Di Indonesia, KAPAL EKAPUTRA1 menjadi salah satu infrastruktur strategis yang berperan besar dalam mendukung ketahanan dan kontinuitas pasokan energi nasional. Oleh karena itu, keandalan operasional EKAPUTRA1 menjadi aspek yang sangat krusial dalam menjaga stabilitas sistem energi.

Salah satu tantangan utama dalam operasional adalah pengendalian tekanan di dalam tangki penyimpanan LNG. Selama proses penyimpanan, LNG akan mengalami penguapan alami akibat perbedaan suhu lingkungan, yang menghasilkan *boil-off gas* (BOG). Akumulasi *boil-off gas* (BOG) yang tidak terkelola dengan baik dapat menyebabkan peningkatan tekanan di dalam tangki, sehingga berpotensi mengganggu keselamatan, efisiensi operasional, keberlangsungan proses distribusi. Oleh sebab itu, sistem pengendalian tekanan menjadi komponen vital dalam operasional pengangkutan oleh kapal EKAPUTRA1.

Gas Combustion Unit (GCU) merupakan salah satu sistem yang digunakan untuk

mengelola *boil-off gas* (BOG) dengan cara membakarnya secara terkendali. Melalui pembakaran *boil-off gas* (BOG), *Gas Combustion Unit* (GCU) berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan dalam tangki LNG agar tetap berada pada batas aman. *Gas Combustion Unit* (GCU) merupakan salah satu sistem yang digunakan untuk mengelola *boil-off gas* (BOG) dengan cara membakarnya secara terkendali. Melalui pembakaran *boil-off gas* (BOG), *Gas Combustion Unit* (GCU) berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan dalam tangki *Liquefied Natural Gas* (LNG) agar tetap berada pada batas aman. Stabilitas tekanan yang terjaga memungkinkan proses penyimpanan *Liquefied Natural Gas* (LNG) berjalan secara optimal tanpa menimbulkan gangguan operasional. Dengan demikian, kinerja *Gas Combustion Unit* (GCU) memiliki keterkaitan langsung terhadap keandalan pasokan gas dan efisiensi operasional EKAPUTRA1 secara keseluruhan.

Meskipun *Gas Combustion Unit* (GCU) telah menjadi bagian integral dari sistem operasional EKAPUTRA1, upaya optimalisasi penggunaannya masih menghadapi berbagai kendala. Faktor-faktor seperti efisiensi proses pembakaran, kondisi dan keandalan peralatan, fluktuasi suhu dan tekanan di dalam tangki, serta pengaruh kondisi cuaca dan aktivitas pengisian *Liquefied Natural Gas* (LNG) dapat memengaruhi performa *Gas Combustion Unit* (GCU). Apabila sistem ini tidak dioperasikan secara optimal, ketidakstabilan tekanan tangki dapat terjadi, yang berpotensi menimbulkan risiko keselamatan, penurunan efisiensi energi, peningkatan biaya operasional, hingga kemungkinan gangguan pada sistem utama kapal.

Selain aspek teknis dan operasional, pengelolaan *boil-off gas* (BOG) melalui *Gas Combustion Unit* (GCU) juga memiliki implikasi terhadap lingkungan. Proses pembakaran gas menghasilkan emisi gas buang seperti karbon dioksida (CO₂) dan nitrogen oksida (NO_x) yang berkontribusi terhadap pencemaran udara dan perubahan iklim. Oleh karena itu, optimalisasi penggunaan *Gas Combustion Unit* (GCU) tidak hanya ditujukan untuk menjaga stabilitas tekanan tangki *Liquefied Natural Gas* (LNG), tetapi juga harus memperhatikan aspek keberlanjutan lingkungan dengan meminimalkan emisi serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi. Hal ini menjadi tantangan sekaligus tanggung jawab bagi pengelola kapal pengangkut *Liquefied Natural Gas* (LNG) untuk menjalankan operasional yang tidak hanya aman dan efisien, tetapi juga ramah lingkungan.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kajian yang mendalam mengenai optimalisasi penggunaan *Gas Combustion Unit* (GCU) dalam menjaga stabilitas tekanan tangki *Liquefied Natural Gas* (LNG) pada *Liquefied Natural Gas Carrier* (LNGC)

EKAPUTRA1. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk mengkaji sistem operasional *Gas Combustion Unit* (GCU), menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi kinerjanya, serta mengidentifikasi langkah-langkah perbaikan yang dapat diterapkan guna meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi praktis bagi peningkatan kinerja operasional, sekaligus menjadi referensi bagi pengelolaan kapal yang mengangkut *Liquefied Natural Gas* (LNG) lainnya di Indonesia.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa optimalisasi penggunaan *Gas Combustion Unit* (GCU) merupakan elemen kunci dalam menjaga stabilitas tekanan tangki *Liquefied Natural Gas* (LNG). Upaya ini tidak hanya berperan dalam menjamin keselamatan dan efisiensi operasional, tetapi juga mendukung keberlanjutan pasokan energi yang bersih. Atas dasar latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul:

**“OPTIMALISASI PENGGUNAAN *GAS COMBUSTION UNIT* (GCU) UNTUK
MENJAGA STABILITAS TEKANAN TANKI LNG PADA KAPAL
EKAPUTRA1”.**

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, langkah pertama dalam menyusun penelitian ini adalah dengan mengidentifikasi kendala yang dihadapi. Masalah utama yang menjadi penghambat pada kapal EKAPUTRA1 dapat diuraikan sebagai berikut.

- a. Jadwal pendistribusian pada kapal EKAPUTARA1 belum tersusun secara sistematis dan konsisten, sehingga dapat berdampak pada efektivitas pengelolaan *Liquefied Natural Gas* (LNG).
- b. Faktor apa saja yang mempengaruhi ketidakteraturan jadwal distribusi *Liquefied Natural Gas* (LNG) pada kapal EKAPUTRA1 dan sejauh mana terdampak pada stabilitas operasional kapal
- c. Dampak yang di timbulkan oleh masalah tekanan pada tangki *Liquefied Natural Gas* (LNG) yang di sebabkan oleh ketidak teraturan jadwal distribusi
- d. Ketergantungan pada kondisi lingkungan dan operasional terhadap kinerja *Gas Combustion Unit* (GCU)
- e. Minimnya integrasi antara pengendalian tekanan dan efisiensi energi untuk kinerja kapal

C. BATASAN MASALAH

Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan adanya keterbatasan dalam hal waktu, lokasi, serta kapasitas akademik penulis. Oleh karena itu, perlu diberikan batasan ruang lingkup pembahasan agar penelitian tetap fokus dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan. Dengan pertimbangan tersebut, penelitian ini memfokuskan pembahasan dan evaluasi terhadap penggunaan Gas Combustion Unit (GCU) dengan hanya menekankan pada aspek-aspek tertentu.

- a. Jadwal regasifikasi pada kapal EKAPUTARA1 belum tersusun secara sistematis dan konsisten, sehingga dapat berdampak pada efektivitas pengelolaan *Liquefied Natural Gas* (LNG).
- b. Ketidakteraturan jadwal distribusi yang di sertai gangguan operational berupa *trip* dan *Blackout* menyebabkan pemanfaatan waktu serta kapasitas *Gas Combustion Unit* (GCU) Di kapal LNG EKAPUTRA1 menjadi kurang efektif.

D. RUMUSAN MASALAH

Dalam rangka menjamin kesiapan ruang muat yang layak bagi pengangkutan *Liquefied Natural Gas* (LNG), pelaksanaan persiapan pemuatan wajib executed sesuai dengan prosedur yang telah tetapkan oleh perusahaan. Sehubungan dengan hal tersebut, berbagai yang penulis hadapi selama menjalankan praktik kerja laut telah diformulasikan menjadi rumusan pertanyaan penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan adanya keterbatasan dalam hal waktu, lokasi, serta kapasitas akademik penulis. Oleh karena itu, perlu diberikan batasan ruang lingkup pembahasan agar penelitian tetap fokus dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan. Dengan pertimbangan tersebut, penelitian ini memfokuskan pembahasan dan evaluasi terhadap penggunaan Gas Combustion Unit (GCU) dengan hanya menekankan pada aspek-aspek tertentu :

- a. Mengapa jadwal distribusi kapal EKAPUTRA1 belum tersusun secara optimal dan berkesinambungan, serta bagaimana dampaknya terhadap kontinuitas, keselamatan, dan stabilitas operasional kapal ?
- b. Apa penyebab kurangnya efektivitas waktu dan pengoperasian *Gas Combustion Unit* (GCU) pada kapal EKAPUTRA1, serta bagaimana jadwal Bongkar-muat dan kejadian *trip* serta *blackout* memengaruhi kinerja *Gas Combustion Unit* (GCU)?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

a. Tujuan penelitian

1. Untuk menganalisis pengaruh ketidakteraturan jadwal distribusi *Liquefied Natural Gas* (LNG) terhadap kesetabilan tekanan tanki di kapal EKAPUTRA 1
2. Untuk mengevaluasi efektivitas waktu dan kapasitas pengoperasian *Gas Combustion Unit* (GCU), serta menemukan solusi optimal dalam pengendalian tekanan tanki selama kondisi operasi yang tidak stabil.

b. Manfaat penelitian

1. Teoritis

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi prosedur penanganan muatan di kapal. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memperluas wawasan, menambah pengetahuan, serta memperkaya pengalaman penulis demi pengembangan diri dalam dunia kerja ke depan.

2. Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan berupa rekomendasi bagi suasana kapal dan perusahaan terkait cara mengatasi permasalahan pendinginan tanki pada kapal *Liquefied Natural Gas* (LNG).

B. SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama dalam penelitian ini berisi pemaparan latar belakang yang menjelaskan kondisi lapangan yang ditemukan di atas kapal, *причи* mengapa permasalahan tersebut perlu untuk diteliti, serta proses identifikasi dan pembatasan masalah berdasarkan kemampuan serta pengalaman yang dimiliki oleh penulis. Bab ini juga menguraikan tujuan dan manfaat penelitian sekaligus menjelaskan sistematika penulisan skripsi secara keseluruhan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan penelitian. Tinjauan pustaka *presented* memuat pemaparan mengenai ilmu pengetahuan yang terkandung dalam kepustakaan serta ilmu pengetahuan pendukung yang relevan dengan masalah yang dibahas. Selain itu, bab ini juga menyajikan kerangka pemikiran terkait permasalahan yang timbul di atas kapal EKAPUTRA1, dilengkapi dengan bagan alur pemikiran yang menjadi landasan dalam penyusunan skripsi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini meBab ini menguraikan secara detail mengenai pelaksanaan penelitian yang mencakup lokasi dan waktu penelitian. Dalam bab ini dijelaskan pula pendekatan penelitian yang diterapkan, teknik pengumpulan data yang digunakan, serta subjek penelitian yang terlibat. Pada bagian akhir bab dipaparkan teknik analisis data yang digunakan untuk mengolah data yang telah diperoleh, yaitu dengan menerapkan teknik perbandingan sebagai metode analisisnguraikan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan penelitian. Tinjauan pustaka presented memuat pemaparan mengenai ilmu pengetahuan yang terkandung dalam kepustakaan serta ilmu pengetahuan pendukung yang relevan dengan masalah yang dibahas. Selain itu, bab ini juga menyajikan kerangka pemikiran terkait permasalahan yang timbul di atas kapal EKAPUTRA1, dilengkapi dengan bagan alur pemikiran yang menjadi landasan dalam penyusunan skripsi.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang dikaji berdasarkan teori-teori relevan melalui pemaparan data secara deskriptif, khususnya yang berkaitan dengan peristiwa atau kasus yang terjadi di atas kapal. Data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis untuk menelaah permasalahan yang dibahas, sehingga dapat diidentifikasi faktor-faktor penyebab munculnya permasalahan tersebut. Selain itu, pada bab ini juga dikemukakan beberapa alternatif solusi beserta evaluasinya, yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam menentukan pilihan solusi paling tepat untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian akhir dari penulisan yang memuat rangkuman hasil penelitian berupa kesimpulan mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya permasalahan, dampak yang ditimbulkan, serta upaya penyelesaian yang dapat dilakukan. Selain itu, bab ini juga menyajikan rekomendasi atau saran yang diharapkan dapat menjadi acuan dalam menghadapi dan mengatasi berbagai permasalahan serta kendala yang dialami, baik oleh objek penelitian maupun oleh pihak-pihak terkait secara umum, berdasarkan temuan penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam mengkaji upaya pengendalian tekanan pada tangki *Liquefied Natural Gas* (LNG) melalui optimalisasi pemanfaatan *Gas Combustion Unit* (GCU), diperlukan pemahaman terhadap sejumlah konsep dan landasan teori yang bersumber dari berbagai literatur yang relevan dengan penelitian ini. Oleh karena itu, beberapa teori pendukung yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini diuraikan sebagai berikut:

1. Pengertian Optimalisasi

Optimalisasi dapat diartikan sebagai suatu usaha sistematis untuk memperoleh hasil paling ideal dalam suatu sistem, proses, atau keadaan tertentu. Upaya ini dilakukan dengan cara meningkatkan tingkat efisiensi, efektivitas, maupun kinerja melalui pemanfaatan sumber daya yang ada secara maksimal dan tepat guna.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), optimalisasi didefinisikan sebagai suatu kondisi dimana semua kebutuhan dapat terpenuhi melalui serangkaian kegiatan yang dilaksanakan secara optimal..

Menurut Rahmawan (2019: 15), optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai dengan keinginan secara efektif dan efisien. Sementara itu, Mohammad Nurul Huda (2018: 2) menyatakan bahwa optimalisasi berasal dari kata "terbaik" yang berarti keadaan yang paling optimal atau tertinggi. Dengan demikian, optimalisasi dapat diartikan sebagai proses mengoptimalkan sesuatu agar menjadi yang terbaik atau tertinggi.

Dengan demikian, optimalisasi dalam penelitian ini dimaknai sebagai upaya peningkatan kinerja penggunaan *Gas Combustion Unit* (GCU) agar dapat beroperasi secara lebih efisien dan efektif dalam menjaga kestabilan tekanan Pada

tangki penyimpanan *Liquefied Natural Gas* (LNG), dalam pelaksanaanya *Gas Combustion Unit* (GCU) memiliki fungsi penting dalam pengendalian dan pengelolaan *Boil-Off Gas* (BOG) yang dihasilkan selama proses penyimpanan. *Boil-Off Gas* (BOG) yang terbentuk sebagai akibat dari proses penguapan alami *Liquefied Natural Gas* (LNG) perlu dikendalikan untuk menghindari terjadinya kenaikan tekanan yang melebihi batas aman pada tangki. Melalui pengelolaan *Gas Combustion Unit* (GCU) yang dilakukan secara optimal, keseimbangan termal serta integritas struktural tangki dapat dipertahankan, sekaligus menunjang kelangsungan proses penyimpanan dan regasifikasi *Liquefied Natural Gas* (LNG). Dengan demikian, optimalisasi yang dimaksud dalam penelitian ini diarahkan untuk memastikan kinerja *Gas Combustion Unit* (GCU) berjalan secara efektif dan efisien dalam mengontrol tekanan dan suhu, mengurangi kehilangan energi, serta meningkatkan tingkat keselamatan dan keandalan sistem penyimpanan *Liquefied Natural Gas* (LNG) secara menyeluruh.

2. Pengertian Kapal

- a. Dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 disebutkan bahwa kapal merupakan jenis kendaraan air yang memiliki berbagai bentuk dan jenis, serta digerakkan oleh tenaga mekanik, tenaga angin, atau ditunda. Secara khusus, definisi ini juga meliputi kendaraan berdaya dukung dinamis, kendaraan yang beroperasi di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang bersifat statis.
- b. Menurut *SOLAS Consolidated Edition* (2024), Kapal gas (*Gas Carrier*) merupakan kapal kargo yang dikontruksikan atau diadaptasikan dan digunakan untuk memuat muatan *Liquefied Natural Gas* (GCU).

3. Pengertian Kapal Tanker

Menurut *Safety of life at Sea SOLAS consolidate edition* (2024) Kapal tanker adalah kapal kargo yang dibangun atau disesuaikan terutama untuk mengangkut muatan cair secara curah yang bersifat mudah terbakar dalam ruang muatannya.

- a. LNG Carrier

Berdasarkan buku *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals* (LGHP4) Edisi Keempat (2016) yang diterbitkan oleh SIGTTO, LNGC (*Liquefied Natural Gas Carrier*) didefinisikan sebagai kapal pengangkut gas yang dirancang dan dikonstruksi secara khusus untuk membawa gas alam

cair, yang komponen utamanya adalah metana, dalam keadaan cair pada suhu kriogenik mendekati -161°C .

Dalam literatur tersebut, LNGC dijelaskan sebagai kapal dengan teknologi tinggi yang menggunakan sistem penahanan muatan (*cargo containment system*) khusus, seperti tipe membran atau tangki independen tipe bola (Moss), guna menjaga kestabilan suhu muatan dan meminimalkan penguapan atau *boil-off gas* (BOG). Sebagai panduan standar operasional global, SIGTTO menekankan bahwa LNGC harus dioperasikan dengan kepatuhan ketat terhadap aspek keselamatan pada antarmuka kapal dan terminal (*ship-shore interface*) guna memitigasi risiko bahaya kebakaran dan ledakan yang melekat pada sifat gas alam cair.



Solas Gambar 2.1 LNGC Vessel
sumber: Vesseljoin.com

4. SOLAS

Pengangkutan Liquefied Natural Gas (LNG) diatur dalam SOLAS Chapter VII sebagai bagian dari *dangerous goods*. Namun, pengaturan teknis yang lebih rinci terkait kapal LNG mengacu pada IGC Code. Regulasi ini menjadi dasar dalam memastikan keselamatan operasional, termasuk dalam pengendalian tekanan tangki melalui sistem seperti Gas Combustion Unit (GCU).

5. IMDG CODE

Menurut IMDG Code, LNG diklasifikasikan sebagai barang berbahaya kelas 2 (gas

mudah terbakar) dengan UN Number 1972. Penanganannya memerlukan pengendalian khusus terhadap suhu, tekanan, serta ventilasi guna mencegah risiko kebakaran dan ledakan. IMDG Code mengelompokkan barang berbahaya menjadi 9 kelas utama, yaitu:

Class 1 → Bahan peledak (*Explosives*)

Class 2 → Gas (*Gases*)

- 2.1 Gas mudah terbakar (*Flammable gas*)
- 2.2 Gas tidak mudah terbakar (*Non-flammable gas*)
- 2.3 Gas beracun (*Toxic gas*)

Class 3 → Cairan mudah terbakar (*Flammable liquids*)

Class 4 → Padatan mudah terbakar (*Flammable solids*)

Class 5 → Zat pengoksidasi & peroksida organik

Class 6 → Zat beracun & infeksius

Class 7 → Radioaktif

Class 8 → Korosif

Class 9 → Miscellaneous (lain-lain berbahaya)

6. STCW

Dalam pengangkutan Liquefied Natural Gas (LNG), kompetensi awak kapal diatur dalam International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW) 1978 beserta amandemennya. Ketentuan yang secara khusus mengatur kapal pengangkut gas terdapat dalam STCW Chapter V mengenai *Special Training Requirements*.

Lebih lanjut, pada Section V/1-2 dijelaskan bahwa awak kapal yang bekerja di kapal pengangkut gas, termasuk LNG carrier, wajib memiliki pelatihan khusus yang terbagi menjadi *Basic Training* dan *Advanced Training*. Pelatihan dasar mencakup pemahaman karakteristik LNG, keselamatan kerja, serta prosedur darurat, sedangkan pelatihan lanjutan meliputi pengoperasian sistem kargo, pengendalian tekanan tangki, pengelolaan boil-off gas (BOG), serta pengambilan keputusan dalam kondisi darurat.

Dengan demikian, penerapan standar STCW menjadi aspek penting dalam mendukung keselamatan dan efisiensi operasional kapal LNG, khususnya dalam menjaga stabilitas tekanan tangki melalui pengelolaan gas secara tepat dan terkontrol.

7. Komposisi LNG

Berdasarkan penjelasan Worldwide Marine Technology Limited dalam EKAPUTRA1 Cargo Handling Manual (2015: 2), LNG merupakan campuran hidrokarbon dengan metana sebagai komponen utama. Komponen hidrokarbon lainnya yang membentuk senyawa ini mencakup etana, propana, butana, dan nitrogen yang juga terdapat dalam natural gas dan larut dalam LNG. Massa jenis paling ringan dimiliki oleh metana yaitu antara 0,42 sampai 0,48 kg/cm³.

Komposisi LNG

LOCATION	Metane CH ₄	Etane C ₂ H ₆	Propane c ₃ h ₈	Butane C ₄ H ₁₀	Pentane C ₃ H ₁₂	Nitrogen N ₂	Density (kg/m ³)
ARUN	89.33	7.14	2.22	1.17	0.01	0.08	N/A
BINTULU	91.23	4.3	2.95	1.4	0	0.12	457
BADAK	91.09	5.51	2.48	0.88	0	0.03	N/A

Sumber : Dokumen EKAPUTRA1

Meskipun demikian, komponen-komponen lain yang terdapat dalam natural gas seperti H₂O, H₂S, CO₂, dan gas hidrokarbon berat lainnya akan dibuang pada proses liquefaction. Komposisi hidrokarbon-hidrokarbon yang ada dalam LNG menentukan berat jenis atau *specific gravity* LNG tersebut. Akibatnya, semakin banyak kandungan hidrokarbon berat, maka akan semakin besar berat jenis LNG dan semakin baik nilai kalor yang dihasilkan.

Kargo LNG termasuk dalam kategori dangerous goods atau muatan berbahaya berdasarkan IMDG Code. Oleh karena itu, bahaya-bahaya dari gas cair LNG akan dijabarkan berdasarkan beberapa sumber pustaka. Menurut SIGTTO dalam buku *Tanker Safety Guide (Liquefied Gas)*, Fourth Edition (2023), potensi bahaya-bahaya umum dan tindakan pencegahan yang bersumber dari muatan gas cair meliputi beberapa aspek:

a. *Frosbite*

Pada kegiatan penanganan dan distribusi muatan, sejumlah muatan yang diangkut pada kondisi suhu sangat rendah melalui berbagai tahapan proses. Paparan langsung terhadap cairan atau gas kriogenik, serta kontak dengan peralatan yang tidak memiliki sistem isolasi termal yang memadai, dapat menimbulkan risiko cedera berupa luka bakar dingin atau *frostbite*. Selain itu, paparan gas bersuhu rendah melalui inhalasi berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan serius hingga kerusakan permanen pada organ tubuh, khususnya pada sistem pernapasan seperti paru-paru.

b. *Asfiksia*

Asfiksia merupakan kondisi medis yang terjadi ketika pasokan oksigen dalam darah tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan otak dan jaringan tubuh. Kondisi ini dapat disebabkan oleh paparan gas yang menggantikan oksigen di udara, sehingga menurunkan kadar oksigen yang tersedia untuk proses pernapasan. Individu yang mengalami asfiksia umumnya menunjukkan gejala awal berupa sakit kepala, pusing, serta penurunan kemampuan berkonsentrasi,

yang dapat berlanjut pada kehilangan kesadaran apabila paparan terus berlanjut. Paparan gas, meskipun dalam konsentrasi tertentu, berpotensi menimbulkan gangguan pernapasan hingga menyebabkan sesak napas dan risiko fatal apabila tidak segera ditangani.

c. Anestesi

merupakan kondisi penurunan atau hilangnya kesadaran yang dapat terjadi akibat paparan gas tertentu, seperti etilena oksida, yang memengaruhi sistem saraf pusat. Inhalasi gas tersebut dapat mengganggu transmisi impuls saraf sehingga menyebabkan penurunan fungsi kesadaran. Individu yang mengalami kondisi anestesi umumnya menunjukkan respons yang sangat terbatas atau tidak ada sama sekali terhadap rangsangan sensorik, yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan serta membahayakan keselamatan.

d. *Flamebel*

Sebagian besar muatan gas memiliki sifat mudah terbakar apabila terdapat sumber pemicu, seperti percikan api, panas, atau nyala terbuka. Gas yang mudah terbakar dapat mengalami proses pembakaran ketika bercampur dengan udara atau oksigen dalam rentang konsentrasi tertentu. Apabila konsentrasi gas di udara berada di bawah atau di atas batas campuran yang telah ditetapkan, maka reaksi pembakaran tidak akan terjadi. Rentang konsentrasi tersebut dikenal sebagai *Lower Flammable Limit* (LFL) dan *Upper Flammable Limit* (UFL), yang nilainya bervariasi tergantung pada jenis muatan gas yang bersangkutan.

e. *Toxic*

Beberapa muatan gas memiliki sifat toksik yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan secara sementara maupun permanen, meliputi iritasi, kerusakan jaringan, atau gangguan sistem tubuh. Bahaya tersebut dapat terjadi akibat kontak dengan kulit atau luka terbuka, inhalasi, atau tertelan. Sehubungan dengan hal tersebut, kontak dengan cairan atau gas beracun harus dihindari secara ketat. Penggunaan pakaian pelindung, alat bantu pernafasan, serta peralatan pendeteksi gas beracun menjadi langkah pencegahan yang wajib diterapkan. Versi 3 (ringkas): Muatan gas tertentu dapat menyebabkan bahaya kesehatan.

8. Gas Management system

Menurut SIGTTO dalam *Liquefied Gas Handling Principles on Ships* and in

Terminal (LGHP4) Fourth Edition (2016: 109), sistem pengelolaan gas berfungsi untuk menjaga tekanan di dalam tangki muatan agar tetap dalam batas operasional normal. Sistem pengelolaan gas juga memiliki fungsi sebagai mekanisme keamanan jika tekanan dalam tangki operasi bergerak di luar parameter normal. Tugas utama dari sistem pengelolaan gas meliputi beberapa aspek:

- a. Mengatur tekanan di tangka
- b. Mengontrol keseluruhan mode bahan bakar
- c. Mengontrol masuknya seluruh bahan bakar ke *Duel Fuel Engine* sesuai d permintaan
- d. Mengontrol masuknya bahan bakar ke GCU sesuai dengan tekanan tangki dan permintaan
- e. Pengontrol *Vent*

Tekanan *Natural Boil-Off* (NBO) berfungsi sebagai pengendali perhitungan melalui perangkat pengontrol tekanan tangki. Perhitungan NBO diperlukan untuk menentukan jumlah pemuatan gas pada Dual Fuel Engine (DFE).

Low Duty (LD) Compressor berfungsi secara khusus pada mode DFE sebagai pengontrol untuk mempertahankan kestabilan tekanan bahan bakar DFE. Valve Over-Pressure yang berfungsi untuk mengembalikan gas ke tangki muatan dikendalikan oleh GMS guna mencegah pemasok bahan bakar DFE mengalami tekanan berlebihan saat terjadi pengurangan beban yang signifikan..

Dalam kondisi dimana kompresor yang diperuntukan untuk mode DFE tidak mampu mempertahankan tekanan Vapour Header, maka kompresor lain perlu diaktifkan. LD kompresor terpilih untuk beroperasi dalam mode Regas dengan fungsi menjaga kestabilan tekanan pada Vapour Main sehingga dapat memasok gas menuju Regas Plant Recondenser secara Optimal.

Forcing Vaporiser (FV) berfungsi untuk menghasilkan *Force Boil-Off (FBO)*, yaitu proses penguapan paksa muatan LNG menjadi gas. Sistem ini dioperasikan sebagai langkah antisipasi ketika kapal hanya memerlukan pasokan dalam mode gas, atau ketika operator membutuhkan tambahan suplai gas yang sesuai untuk digunakan pada sistem *Dual Fuel Diesel Electric (DFDE)*.

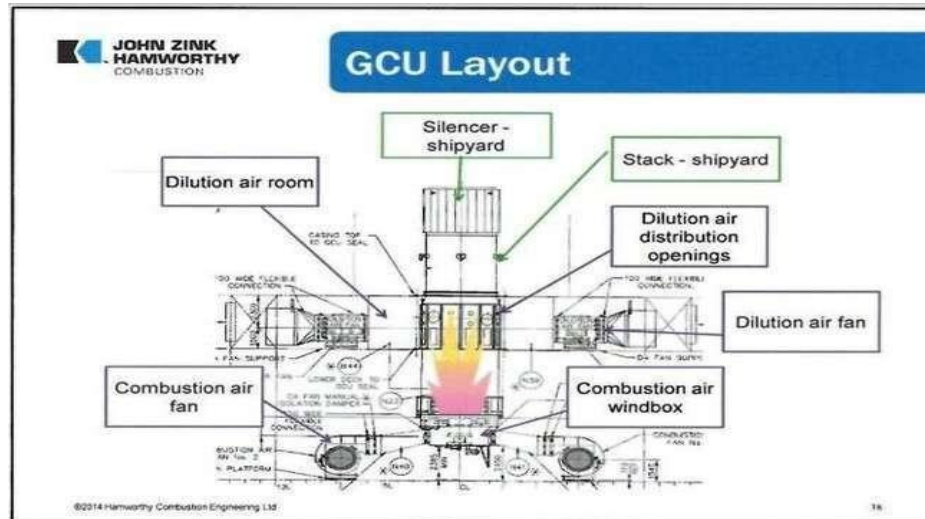
Metode terakhir dalam pengendalian tekanan pada tangki muatan adalah dengan membuka katup pembuangan gas menuju *Mast*. Tindakan ini dilakukan sebagai

langkah pengamanan untuk melepaskan kelebihan tekanan gas dari dalam tangki apabila metode pengendalian lainnya tidak lagi mencukupi. Proses pembuangan ini merupakan bagian integral dari sistem pengelolaan gas yang dirancang untuk menjaga kondisi operasi tetap berada dalam batas aman

9. Boil-Off Gas (BOG)

Berdasarkan penjelasan Worldwide Marine Technology Limited dalam Cargo Handling Manual EKAPUTRA1 (2015: 53), Boil-Off Gas (BOG) yang dihasilkan dari LNG memiliki karakteristik dimana gas lebih ringan daripada udara pada suhu di atas - 100°C atau lebih berat daripada komposisi LNG. Hal ini menyebabkan gas cenderung naik ke atas dari lubang cerobong dan menyebar dengan cepat saat dibuang ke atmosfer. Saat gas dingin bercampur dengan udara sekitar, campuran tersebut tampak sebagai awan putih akibat kondensasi pengembunan di udara. Secara umum, diasumsikan bahwa campuran gas mudah terbakar dengan udara tidak melebihi secara signifikan dari batasan visual awan putih. Metana memiliki suhu nyala otomatis (auto-ignition temperature) sebesar 595°C, yaitu suhu terendah yang diperlukan gas untuk memanaskan dan menyebabkan pembakaran berkelanjutan tanpa memerlukan percikan atau api sebagai pemicu.

10. Gas Combustion Unit (GCU)



Gambar 2.6 Layout GCU

(Sumber: John The Hamworthy GCU Operation Manual : 2015)

Menurut SIGTTO dalam *Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals* (LGHP4) Fourth Edition (2016: 188), Gas Combustion Unit (GCU) merupakan persyaratan IGC Code untuk pengendalian tekanan tangki muatan. Pada kapal LNG tradisional, ketika produksi BOG melebihi kebutuhan sistem propulsi, keseluruhan jumlah tersebut dibakar *di boiler* dan beberapa uap berlebih dibuang melalui kondensor. Sesuai dengan ketentuan IGC *Code*, diperlukan dua boiler dengan pembuangan uap. Kapal LNG menggunakan mesin pembakaran internal untuk tenaga penggerak yang bergantung pada daya mesin untuk membakar BOG, sehingga tidak ada cara yang sebanding untuk membakar kelebihannya. Perubahan metodologi propulsi diperlukan untuk menangani BOG dengan cara lain dalam membuangnya.

GCU yang dikembangkan memiliki spesifikasi khusus untuk pengaturan dan pengaman oksidasi BOG pada kapal LNG. Sistem ini diperlukan untuk menangani kelebihan oksidasi BOG dari tangki muatan dengan mempertahankan suhu gas buang di bawah 535°C. Meskipun titik nyala api metana di udara berada di bawah 50°C, perusahaan menetapkan standar suhu sebesar 450°C. Kapasitas GCU disesuaikan dengan maksimal laju BOG dari tangki muatan dan memiliki kemampuan beroperasi dalam berbagai mode kinerja.

Secara struktural, GCU terdiri dari dua bagian oksidasi yang dilengkapi dengan perangkat penyalat api otomatis, flame scanner, dan sistem energi berpenyambutan tinggi. Integrasi antara Gas Burner utama dan GCU menggunakan sistem katup gas khusus yang terintegrasi dengan sistem bahan bakar minyak dan pompa bahan

bakarnya. Pasokan udara disediakan oleh Combustion/Dilution Air Fans untuk mendukung proses pembakaran dan pendinginan unit. Pembakaran dan windbox terletak pada bagian dasar GCU.

Struktur GCU meliputi badan luar sebagai pendukung Exhaust Stack yang dilengkapi dengan Flame Scanners, Igniters, dan Sight Ports. Badan dalam berfungsi sebagai ruang pembakaran dengan jalur aliran udara pendingin di sekelilingnya yang mengalir ke dasar unit untuk mendinginkan pelindung luar sebelum bercampur dengan gas pembakaran. Pembakaran yang dilepaskan secara terkendali bercampur dengan Dilution Air yang mengalir di atas api menciptakan lapisan pelindung antara udara dingin dan panas, sehingga menurunkan suhu gas buang sesuai standar. Minyak pendukung pembakaran digunakan saat membakar BOG dengan kandungan nitrogen tinggi atau metana rendah, seperti setelah memuat atau selama Gas Freeing, untuk menjamin kestabilan api. Pada beberapa kapal dan terminal, kombinasi IGG/GCU memungkinkan penggunaan gas buang GCU untuk menghasilkan gas inert..

11. Peran GCU Dalam Mengatur Tekanan Tangki LNG

Penggunaan *Gas Combustion Unit* (GCU) pada kapal EKAPUTRA1 berperan penting dalam menjaga stabilitas tangka penyimpanan LNG. GCU dirancang untuk mengatur tekanan dalam tangka kargo dengan membakar kelebihan *Boil-Off Gas* (BOG) yang tidak dapat dimanfaatkan oleh mesin atau *boiler*. Desain GCU yang sederhana namun andal memastikan operasi yang stabil dan memudahkan perawatan, bahkan dalam kondisi ekstrem seperti suhu hingga -52°C (Alfa Laval, 2021:2).

Penelitian mengenai penanganan pemuatan LNG di atas kapal EKAPUTRA1 menyoroti pentingnya instrumen seperti GCU dan BOG *Recondenser* dalam menangani BOG di dalam tangki muatan. Penggunaan GCU dan BOG *Recondenser* yang efektif dapat menjaga tekanan dan suhu dalam tangki tetap stabil, sehingga mengurangi risiko *sloshing* dan memastikan stabilitas kapal selama operasi (Paparang et al., 2017:10).

Secara menyeluruh, penerapan *Gas Combustion Unit* (GCU) pada *LNG Carrier* (LNGC) memberikan kontribusi penting dalam sistem pengendalian *Boil-Off Gas* (BOG) yang secara alami terbentuk selama proses pelayaran dan penyimpanan LNG. Kehadiran GCU memungkinkan kelebihan gas hasil penguapan dikelola melalui proses pembakaran yang terkontrol, sehingga tekanan di dalam tangki muat tetap berada dalam batas aman yang telah ditetapkan. Pengendalian tekanan ini tidak hanya

melindungi integritas struktur tangki, tetapi juga berperan dalam menjaga keseimbangan dan stabilitas kapal selama beroperasi di berbagai kondisi laut.

Lebih lanjut, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan pendekatan yang aplikatif dalam meningkatkan efisiensi operasional dan aspek keselamatan kapal LNGC. Rekomendasi yang dihasilkan diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan teknis terkait pengoperasian GCU, sehingga stabilitas tangki tetap terjaga dalam berbagai kondisi pelayaran maupun saat proses bongkar muat. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan keandalan, keamanan, dan keberlanjutan operasional kapal pengangkut LNG

B. PENELITIAN TERDAHULU

NO	Judul Penelitian	penulis	Kesimpulan
1	<i>Optimalization of Boil-Off Gas Management in LNG Carriers</i>	Shin, H., Kim, D., Lee, J.M. (2024)	Optimalisasi sistem manajemen BOG dapat menjaga tekanan tangki tetap stabil dan meningkatkan efisiensi energi selama pelayaran
2	<i>Energy-Efficient Design of BOG Re-Liquefaction System for LNG Ships</i>	Hwang, C., Oh, S., Kim, D. (2022)	Integrasi sistem reliquefaction mampu mengurangi beban pembakaran BOG dan menjaga tekanan tangki dalam batas operasional aman.
3	<i>Performance Analysis of Gas Combustion Unit in LNG Carriers</i>	Park, J.H., Lim, Y.S. (2019)	GCU berperan penting sebagai sistem pengaman untuk mengontrol tekanan saat produksi BOG melebihi kapasitas pemanfaatan.
4	<i>Optimization Strategy for LNG Tank Pressure Control During Voyage</i>	Chen, X., Liu, H. (2023)	trategi kontrol terpadu antara reliquefaction dan GCU memberikan kestabilan tekanan yang lebih baik dibanding sistem konvensional

5	<i>Reliability Analysis of LNG Carrier Pressure Control System</i>	Zhang, L., Wang, T. (2021)	Sistem kontrol tekanan berbasis monitoring real-time meningkatkan stabilitas tangki dan mengurangi risiko kegagalan sistem.
---	--	----------------------------------	--

C. Kerangka Pemikiran



<u>PEMECAHAN MASALAH</u>	<u>PEMECAHAN MASALAH</u>
Melakukan pembuatan jadwal yang disepakati kapal dan client agar terwujud operasi bongkar muat yang teratur untuk menghindari terjadi <i>nyahuman error</i>	Dengan penjadwalan bongkar yang jelas, <i>officer</i> terkait dapat mempersiapkan penggunaan GCU yang lebih efisien, dan dapat menanggulangi machinery error lebih baik jika terjadi <i>trip / blackout</i> .



<u>TUJUAN</u>
Dengan perbaikan jadwal yang lebih terstruktur dan sesuai kebutuhan operasional kapal, efisiensi penggunaan <i>Gas Combustion Unit</i> (GCU) dapat ditingkatkan, sehingga mampu menjaga stabilitas tekanan tanki LNG serta mengurangi risiko <i>trip</i> dan <i>blackout</i> .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap permasalahan yang terjadi pada kapal EKAPUTRA1, khususnya dalam bongkar muat dan penanganan tekanan tanki muatan, serta evaluasi terhadap beberapa alternatif solusi yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Jadwal bongkar muat kapal EKAPUTRA1 yang tidak teratur

Ketidakteraturan dalam jadwal bongkar muat yang diterima dari pihak perusahaan menyebabkan kesulitan dalam merencanakan pengoperasian *Gas Combution Unit* di atas kapal secara efisien. Hal ini berdampak langsung pada kesulitan dalam sinkronisasi antara kebutuhan suplai gas ke berbagai pulau dengan kesiapan operasional kapal, serta memicu pengoperasian peralatan secara mendadak atau tidak optimal.

Untuk mengatasi hal ini, diterapkan alternatif solusi berupa pembuatan sistem penjadwalan bongkar muat yang terintegrasi, baik dalam bentuk jadwal harian maupun bulanan. Penjadwalan ini bertujuan untuk menyamakan persepsi dan kebutuhan antara pihak kapal dan pihak perusahaan agar dapat dilakukan perencanaan operasional yang lebih stabil, efisien, dan aman. Selain itu, diusulkan juga adanya koordinasi intensif melalui briefing dan sinkronisasi nominasi gas secara real-time antara tim di kapal dengan pihak pengelola distribusi di darat.

2. Efektifitas waktu dan kapasitas penggunaan GCU yang tidak optimal karena jadwal bongkar muat yang tidak teratur serta *trip* dan *blackout* yang terjadi di kapal EKAPUTRA1

Ketidakteraturan jadwal bongkar muat turut berdampak terhadap pengoperasian Gas Combustion Unit (GCU), yang menyebabkan unit ini harus

dihidup-matikan dalam waktu singkat. Hal ini meningkatkan risiko kerusakan komponen, menyebabkan *trip* dan *blackout*, serta menghambat proses pendinginan tanki muatan akibat tekanan yang tidak segera teratasi.

Sebagai solusi, dilakukan dua pendekatan utama. Pertama, mengoptimalkan penggunaan GCU dengan mengoperasikannya pada kapasitas yang mendekati maksimum sesuai spesifikasi manual book (hingga 4975 kg/h), untuk mengurangi tekanan tanki muatan secara efektif. Kedua, diterapkan sistem *monitoring* dan alarm terintegrasi untuk memantau kesiapan dan performa GCU secara *real-time*, sehingga meminimalkan risiko kerusakan mendadak serta mendukung kesiapan GCU setiap kali dibutuhkan.

B. SARAN

Sebagai tindak lanjut dari hasil kesimpulan tersebut, berikut adalah saran-saran yang ditujukan untuk pihak kapal maupun pihak perusahaan demi mendukung kelancaran operasional dan keselamatan di kapal EKAPUTRA1:

1. Saran untuk pihak kapal:

a. Implementasi penjadwalan harian dan bulanan secara disiplin

Perwira kapal, terutama *officer* jaga dan *engineer*, disarankan untuk mulai menerapkan sistem penjadwalan regasifikasi harian dan bulanan secara konsisten berdasarkan komunikasi aktif dengan pihak darat.

b. Pemanfaatan maksimal GCU sesuai kapasitas aman

GCU harus digunakan mendekati kapasitas optimal sesuai panduan *maker*, khususnya saat tekanan tanki meningkat. Hal ini untuk menghindari terjadinya *venting* atau kondisi *trip* akibat tekanan tinggi.

c. Pelatihan teknis sistem monitoring dan alarm GCU

Perlu dilakukan pelatihan tambahan bagi kru kapal dalam membaca dan mengoperasikan sistem alarm serta pemantauan GCU agar respons terhadap gangguan menjadi lebih cepat dan akurat.

2. Saran untuk pihak perusahaan:

- a. Penerapan sistem penjadwalan bongkar muat terintegrasi antar unit Perusahaan (PT. HUMOLCO) dan pihak pencarter sebaiknya menyusun sistem bongkar muat jangka panjang yang dapat diakses pihak kapal secara *real-time* agar kru kapal dapat menyesuaikan kesiapan teknis lebih awal.
- b. Peningkatan sistem *monitoring* berbasis digital dan terpusat

Sistem pemantauan dan alarm GCU sebaiknya dikembangkan agar terkoneksi dengan sistem kontrol terpusat yang dapat memberikan *data log*, prediksi kondisi *trip*, dan status *real-time* untuk memudahkan *troubleshooting* serta mencegah *blackout*.

Lampiran 1 Pengajuan sinopsis dan judul skripsi

	KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SDM PERHUBUNGAN SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN J A K A R T A	 
<u>PENGAJUAN SINOPSIS SKRIPSI</u>		
NAMA	:	ANANDA ANGGRA PRASETYO
NRP	:	365221391
KELAS	:	E
JURUSAN	:	NAUTIKA
SEMESTER	:	VII

Mengajukan Sinopsis Skripsi sebagai berikut:

A. JUDUL

Optimalisasi Penggunaan *Gas Combution Unit (GCU)* Untuk Menjaga Stabilitas Tekanan Tanki LNG Pada Kapal EKAPUTRA1

B. LATAR BELAKANG MASALAH

Perkembangan sektor energi global menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemanfaatan gas alam sebagai sumber energi yang lebih bersih dan efisien dibandingkan bahan bakar fosil konvensional. Salah satu bentuk pemanfaatan gas alam yang paling efektif adalah *Liquefied Natural Gas (LNG)*, yang memungkinkan gas alam dicairkan sehingga volumenya dapat diperkecil hingga sekitar 600 kali dari kondisi gas. Proses ini memberikan keuntungan besar dalam aspek penyimpanan dan distribusi, khususnya untuk wilayah yang memiliki konsumsi energi dalam skala besar.

Perkembangan sektor energi global menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemanfaatan gas alam sebagai sumber energi yang lebih bersih dan efisien dibandingkan bahan bakar fosil konvensional. Salah satu bentuk pemanfaatan gas alam yang paling efektif adalah *Liquefied Natural Gas (LNG)*, yang memungkinkan gas alam dicairkan sehingga volumenya dapat diperkecil hingga sekitar 600 kali dari kondisi gas. Proses ini memberikan keuntungan besar dalam aspek penyimpanan dan distribusi, khususnya untuk wilayah yang memiliki konsumsi energi dalam skala besar.

Dalam sistem distribusinya, kapal pengangkut *Liquefied Natural Gas (LNG)* berperan besar sebagai fasilitas yang berfungsi untuk menyimpan dan mendistribusikan *Liquefied Natural Gas (LNG)*, serta menyalurkan gas alam ke jaringan distribusi darat. Keberadaan kapal pengangkut *Liquefied Natural Gas (LNG)* menjadi solusi strategis dalam

memenuhi kebutuhan energi nasional, terutama bagi negara kepulauan seperti Indonesia. Pentingnya kapal pengangkut *Liquefied Natural Gas* (LNG) yang memiliki peran penting dalam mendukung pasokan energi nasional dari jalur laut adalah Kapal EKA PUTRA1.

Dalam operasional kapal pengangkut *Liquefied Natural Gas* (LNG), pengendalian tekanan pada tangki penyimpanan *Liquefied Natural Gas* (LNG) merupakan aspek krusial yang harus dijaga secara konsisten. Perubahan tekanan dapat terjadi akibat proses penguapan *Liquefied Natural Gas* (LNG) yang menghasilkan *boil-off gas* (BOG). Jika tekanan di dalam tangki tidak dikendalikan dengan baik, kondisi tersebut dapat memengaruhi keselamatan, stabilitas sistem, serta kelancaran proses pendistribusian *Liquefied Natural Gas* (LNG).

Untuk mengendalikan tekanan akibat akumulasi *boil-off gas* (BOG), EKAPUTRA1 dilengkapi dengan *Gas Combustion Unit* (GCU). *Gas Combustion Unit* (GCU) berfungsi sebagai sistem pembakaran gas berlebih yang tidak dapat dimanfaatkan secara langsung, sehingga tekanan di dalam tangki *Liquefied Natural Gas* (LNG) tetap berada pada batas aman. Keandalan dan efisiensi *Gas Combustion Unit* (GCU) sangat menentukan stabilitas operasional, karena kegagalan dalam mengelola *boil-off gas* (BOG) dapat menyebabkan peningkatan tekanan yang berisiko terhadap integritas tangki dan sistem pendukung lainnya.

Meskipun *Gas Combustion Unit* (GCU) telah menjadi bagian integral dari sistem, optimalisasi penggunaannya masih menghadapi berbagai tantangan. Faktor-faktor seperti efisiensi proses pembakaran, keandalan peralatan, variasi suhu lingkungan, laju penguapan *Liquefied Natural Gas* (LNG), serta aktivitas bongkar muat *Liquefied Natural Gas* (LNG) dapat memengaruhi kinerja *Gas Combustion Unit* (GCU). Ketidakseimbangan dalam pengendalian tekanan tidak hanya berdampak pada aspek keselamatan, tetapi juga dapat meningkatkan biaya operasional serta menurunkan efisiensi energi secara keseluruhan.

Selain aspek teknis, pengelolaan *boil-off gas* (BOG) melalui *Gas Combustion Unit* (GCU) juga memiliki implikasi terhadap lingkungan. Proses pembakaran *boil-off gas* (BOG) menghasilkan emisi gas buang, seperti karbon dioksida (CO₂) dan nitrogen oksida (NO_x), yang berpotensi berkontribusi terhadap pencemaran udara dan perubahan iklim. Oleh karena itu, pengoperasian *Gas Combustion Unit* (GCU) tidak hanya dituntut untuk menjaga stabilitas tekanan, tetapi juga harus memperhatikan prinsip keberlanjutan dengan meminimalkan dampak lingkungan yang ditimbulkan.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kajian yang mendalam mengenai optimalisasi penggunaan *Gas Combustion Unit* (GCU) dalam mengendalikan tekanan tangki *Liquefied Natural Gas* (LNG) di EKAPUTRA1. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif untuk menganalisis sistem operasional *Gas Combustion Unit* (GCU), mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerjanya, serta merumuskan upaya peningkatan efisiensi dan keandalan sistem. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengelolaan serta menjadi referensi bagi pengoperasian Kapal pembawa *Liquefied Natural Gas* (LNG) lainnya di Indonesia. Dengan demikian, optimalisasi sistem *Gas Combustion Unit* (GCU) menjadi elemen penting dalam menjaga stabilitas tekanan tangki *Liquefied Natural Gas* (LNG), meningkatkan keselamatan operasional, serta mendukung penyediaan energi nasional yang andal dan berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat disimpulkan bahwa optimalisasi pemanfaatan *Gas Combustion Unit* (GCU) memegang peranan penting dalam menjaga kestabilan tekanan pada tangki *Liquefied Natural Gas* (LNG). Pengendalian tekanan yang optimal tidak hanya berkontribusi terhadap aspek keselamatan dan efisiensi operasional, tetapi juga berperan dalam mendukung keberlangsungan pasokan energi yang ramah lingkungan dan andal di Indonesia. Oleh karena itu, berangkat dari latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai penerapan sistem *Gas Combustion Unit* (GCU) dalam mengendalikan stabilitas tekanan pada tangki muat *Liquefied Natural Gas* (LNG). Maka penulis tertarik untuk memilih judul

“OPTIMALISASI PENGGUNAAN GAS COMBUTION UNIT (GCU) GUNA MENJAGA STABILITAS TEKANAN TANKI LNG PADA KAPAL EKAPUTRA1”

C. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan oleh penulis dan untuk menyusun permasalahan, maka terlebih dahulu mengidentifikasi masalah yang terjadi. Pokok permasalahan yang menjadi hambatan utama dalam masalah diatas pada kapal EKAPUTRA1

1. Jadwal pendistribusian pada kapal EKAPUTRA1 belum tersusun secara sistematis dan konsisten, sehingga dapat berdampak pada efektivitas pengelolaan *Liquefied Natural Gas* (LNG)

2. Faktor apa saja yang mempengaruhi ketidakaturan jadwal distribusi *Liquefied Natural Gas* (LNG) pada kapal EKAPUTRA1 dan sejauh mana terdampak pada stabilitas operasional kapal
3. Dampak yang di timbulkan oleh masalah tekanan pada tanki *Liquefied Natural Gas* (LNG) yang di sebabkan oleh ketidak teraturan
4. Ketergantungan pada kondisi lingkungan dan operasional terhadap kinerja *Gas Combustion Unit* (GCU)
5. Minimnya integrasi antara pengendalian tekanan dan efisiensi energi untuk kinerja kapal
6. Jadwal regasifikasi pada kapal EKAPUTARA1 belum tersusun secara sistematis dan konsisten, sehingga dapat berdampak pada efektivitas pengelolaan *Liquefied Natural Gas* (LNG).

D. BATASAN MASALAH

Penulis dalam melakukan penelitian menyadari adanya keterbatasan waktu, tempat serta pengetahuan didalam melakukan penulisan, sehingga harus diberikan batasan masalah pokok yang dibahas agar tidak keluar dari jalur permasalahan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu penulis membahas dan mengevaluasi penggunaan *Gas Combustion Unit* (GCU) dengan hanya menitik beratkan pada

1. Ketidakteraturan jadwal distribusi yang di sertai gangguan operasional berupa trip dan Blackout menyebabkan pemanfaatan waktu serta kapasitas *Gas Combustion Unit* (GCU) Di kapal LNG EKAPUTRA1 menjadi kurang efektif.
2. Jadwal regasifikasi pada kapal EKAPUTARA1 belum tersusun secara sistematis dan konsisten, sehingga dapat berdampak pada efektivitas pengelolaan *Liquefied Natural Gas* (LNG).

E. RUMUSAN MASALAH

Pelaksanaan persiapan pemuatan memerlukan tata cara yang sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan oleh perusahaan, agar didapatkan ruang muat yang baik bagi muatan *Liquefied Natural Gas* (LNG) yang akan diangkut. Adapun masalah-masalah yang dialam penulis selama melakukan praktek kerja laut dirumuskan menjadi pertanyaan sebagai berikut :

1. Mengapa jadwal distribusi kapal EKAPUTRA1 belum tersusun secara optimal dan berkesinambungan, serta bagaimana dampaknya terhadap kontinuitas, keselamatan, dan stabilitas operasional kapal ?
2. Apa penyebab kurangnya efektivitas waktu dan pengoperasian *Gas Combustion Unit* (GCU) pada kapal EKAPUTRA1, serta bagaimana jadwal regasifikasi dan kejadian trip serta blackout memengaruhi kinerja *Gas Combustion Unit* (GCU)?

F. PENJELASAN PENELITIAN

PENDEKATAN MASALAH PENELITIAN

1. Kualitatif Deskriptis

Menurut Moloeng, (2007: 6) memahami jenis penelitian kualitatif Adalah penelitian dengan tujuan memahami fenomena mengenai apa yang dialami

Subyek penelitian secara menyeluruh dengan cara deskripsi. Entah dalam bentuk kaka-kata serta bahasa,pada konteks khusus yang di alami serta dengan manfaat sebagai metode ilmiah.

2. Metode pengumpulan Data :

- a) Observasi
- b) Dokumentasi

Jakarta, 20 November 2025

Pembimbing Utama


Capt. Suhartini, S.Si.T., M.M., M.M.Tr.
NIP. 19800307 200502 2 002

Menyetujui
Pembimbing Pendamping


Fahmi Umangadji, S.Si.T., M.Si
NIP. 19781213 200502 1 001

Penulis


Ananda Anggara Prasetyo
NRP. 365221391

Mengetahui,
Ketua Jurusan Nautika


Dr. Meilinasari N.H, S.SiT., M.MTr.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 198105032002122001

Lampiran 2 Lembar bimbingan skripsi



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



PEMBIMBING I : Capt. Suhartini, S.Si.T., M.M., M.M.Tr

MATERI PEMBIMBING :

NO.	TANGGAL	URAIAN MATERI	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	25/1/2026	Penyusunan Skripsi	[Signature]
2	5/2/2026	Penyusunan Bab I Rumusan masalah	[Signature]
3	5/2/2026	Penyusunan Bab I. Rumusan	[Signature]
4	24/1/2026	Penyusunan Bab II, dan rangkuman ke bab sebelumnya	[Signature]
5	28/1/2026	Penyusunan Bab III rangkuman ke bab sebelumnya	[Signature]
6	11/1/2026	Penyusunan Bab IV rangkuman ke bab sebelumnya	[Signature]
7	18/1/2026	Penyusunan Bab V	[Signature]
8	24/1/2026	Atas perintah dari dosen	[Signature]
9			
10			

Catatan :

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

FM-JR.1.028-R 2



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



PEMBIMBING II *Cpt* Fahmi Umasangadji, S.Si, M.Si

MATERI PEMBIMBING :

NO.	TANGGAL	URAIAN MATERI	TANDA TANGAN PEMBIMBING
1	5/2/26	syarat & jenis	<i>A</i>
2	06/2/26	fungsi Bab I	<i>A</i>
3	24/2/26	ke Bab I lanjut Bab II	<i>A</i>
4	28/04 2026	ke Bab II lanjut Bab III	<i>A</i>
5	11/05 2026	ke Bab III lanjut Bab IV	<i>A</i>
6	2/6/26	ke Bab IV lanjut Bab V	<i>A</i>
7	8/6/26	ke Bab V	<i>A</i>
8	09/6/26	Cek kembali pedoman pambela	<i>A</i>
9	10/6/26	Sampul Jajh	<i>A</i>
10			

Catatan :

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

FM JR 1.028-R 2

Lampiran 3 Lembar hasil turnitin

OPTIMALISASI PENGGUNAAN GAS COMBUTION UNIT (GCU) UNTUK

Nr 11/6/26



ORIGINALITY REPORT

17%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.stipjakarta.ac.id Internet Source	7%
2	Submitted to Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta Student Paper	2%
3	text-id.123dok.com Internet Source	1%
4	Submitted to Hawaii Preparatory Academy Student Paper	<1%
5	positori.unsil.ac.id Internet Source	<1%
6	eprints.pipmakassar.ac.id Internet Source	<1%
7	positori.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1%
8	Submitted to Ajou University Graduate School Student Paper	<1%
9	repository.pip-semarang.ac.id Internet Source	<1%
10	docplayer.info Internet Source	<1%
11	idr.uin-antasari.ac.id Internet Source	<1%
12	ppg.uinsu.ac.id	

	Internet Source	<1 %
13	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
14	Submitted to Institut Agama Islam Al-Zaytun Indonesia Student Paper	<1 %
15	haijakarta.id Internet Source	<1 %
16	putri-flower.blogspot.com Internet Source	<1 %
17	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
18	digilib.uin-suka.ac.id Internet Source	<1 %
19	Opi Mahendra, Novera Martilova. "Pengaruh Kualitas Layanan, Kepercayaan dan Keamanan Produk BSI Mobile terhadap Kepuasan Nasabah Bank Syariah Indonesia KCP Dhamasraya", ARZUSIN, 2026 Publication	<1 %
20	jurnalmahasiswa.unesa.ac.id Internet Source	<1 %
21	repository.unpas.ac.id Internet Source	<1 %
22	digilib.uinkhas.ac.id Internet Source	<1 %
23	digilib.uinsby.ac.id Internet Source	<1 %
24	moam.info Internet Source	<1 %



25	repository.ubb.ac.id Internet Source	<1 %
26	beritasatumedia.cld.bz Internet Source	<1 %
27	ejournal.undwi.ac.id Internet Source	<1 %
28	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
29	iroelshareblog.blogspot.com Internet Source	<1 %
30	repository.iainkudus.ac.id Internet Source	<1 %
31	repository.uib.ac.id Internet Source	<1 %
32	repository.uinjkt.ac.id Internet Source	<1 %
33	123dok.com Internet Source	<1 %
34	Chulmin Hwang, Youngsub Lim. "Optimal Process Design of Onboard BOG Re-liquefaction System for LNG Carrier", Journal of Ocean Engineering and Technology, 2018 Publication	<1 %
35	blogs.itb.ac.id Internet Source	<1 %
36	eprints.pancabudi.ac.id Internet Source	<1 %
37	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1 %
38	fikridantulisannya.blogspot.com Internet Source	<1 %

39	gill.readingroo.ms Internet Source	<1 %
40	id.123dok.com Internet Source	<1 %
41	id.scribd.com Internet Source	<1 %
42	jurnal.pipmakassar.ac.id Internet Source	<1 %
43	podme.id Internet Source	<1 %
44	prosiding.upgris.ac.id Internet Source	<1 %
45	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
46	debatnasionaluhamka2016.files.wordpress.com Internet Source	<1 %
47	digilib.uinsgd.ac.id Internet Source	<1 %
48	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	<1 %
49	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
50	es.scribd.com Internet Source	<1 %
51	geoparknatuna.org Internet Source	<1 %
52	kc.umn.ac.id Internet Source	<1 %
53	mafiadoc.com Internet Source	<1 %

54	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
55	repository.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
56	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
57	repository.uindatokarama.ac.id Internet Source	<1 %
58	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
59	sharedisini.wordpress.com Internet Source	<1 %
60	swararahima.com Internet Source	<1 %
61	www.fa-navi.jp Internet Source	<1 %
62	www.helfia.net Internet Source	<1 %
63	zombiedoc.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off
Exclude bibliography On

Exclude matches Off

Lampiran 4 Ship's particular EKAPUTRA1

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 Captaia	:	+881-677-707-650		
Phone Inmarsat FB500	:	(870) 773 991 038		


 Capt. Rahmat Sahrial
 MASTER OF EKAPUTRA 1

Lampiran 5 Crew list EKAPUTRA1

CREW LIST

EKAPUTRA 1

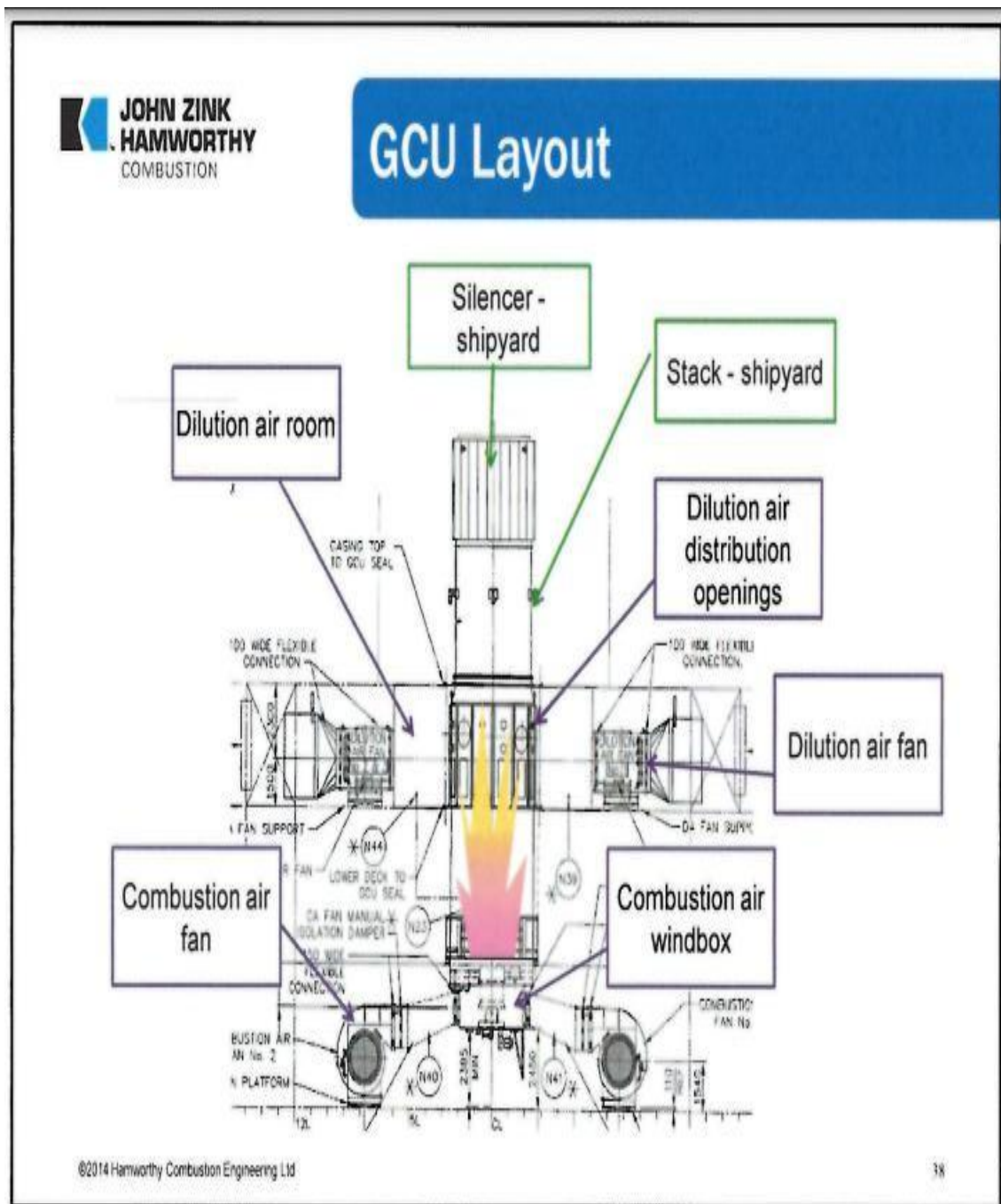
August 21, 2024

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	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	4th ENGINEER	INDONESIA
13	ABDUL MUJIS	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 EPWALDI	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


Capt. CHEPPY CAIRIL ANWAR
 MASTER OF EKAPUTRA 1

Lampiran 7 Gas combustion unit mimic



Lampiran 9 *Letter of Protest* 12 March 2024 GCU Trip



PT HUMOLCO

EKAPUTRA1

Date: 12th February 2025

Place: Labuan Maringgai
Lampung-Indonesia

LETTER OF PROTEST

Dear Sirs,

On behalf of the Owners, I, the undersigned Capt. Ceppy Cairil Anwar, Master of EKAPUTRA1, hereby formally lodge a Letter of Protest addressed to PT Humolco.

During gas handling operation on 08:23 hrs dated 12th February 2025, a trip occurred on the Gas Combustion Unit (GCU) onboard EKAPUTRA1. The trip was caused by unstable gas and air injection cycles, which led to failed ignition, and was further worsened by instability in flame relay and flame sensor readings.

We believe this incident is closely related to the inefficient loading/unloading schedule, which showed frequent start-stop sequences within short intervals. This operational pattern directly contributes to instability in GCU operation and has been consistently observed during similar events. The GCU was successfully restarted at 09:32 hrs on the same day, after completing system recovery.

The above condition led to a temporary pressure build-up in the cargo tank, and we kindly request full understanding from the Client (PGN) and PT Humolco Office Jakarta regarding the repeated pressure surges following such trip events.

I reserve the rights of Owners to revert to this matter at a later date and to hold you fully responsible for any claims, liabilities, costs, or other consequences which may arise from the above-mentioned operational impact.

You are kindly requested to confirm the receipt of this Letter of Protest by signing and returning a copy.

EKAPUTRA1
Master



Capt. Ceppy Cairil Anwar

PT Humolco
Representative

Capt. Agus Bahri

Lampiran 10 Prosedur Start/Stop GCU

Cool Down

CCR team ensures this procedure is completed.

C01 Suction Drum Feed Line

Caution: Monitor no LNG leaks on deck at all times

- 1) Line up valves for cool down Confirmed ☐
- 2) Controllers/valves On auto ☐
- 3) One cargo tank drop valve partly open Confirmed ☐
- 4) Regas feed pump in auto and feed mode Started ☐

Caution: In auto sequence regas feed pump can trip.

Note: Monitor amps and discharge pressure

- 5) Discharge bypass valve Opened ☐
- 6) Line cool down Completed ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

CCR team ensures this procedure is completed.

C02 Suction Drum

- 1) LNG supply to suction drum Opened ☐

Note: Pressure higher than in suction drum

- 2) Level control valve Partly open ☐
- 3) Pressure control valve Set ☐
- 4) Cool down Completed ☐

Note: Cool down is finished when liquid level reach 70% in suction drum, approx. 1 hour

- 5) LNG valve from suction drum to BP Opened ☐

Caution: Suction drum low level shutdown on 20%

- 6) Verify suction drum level Verified ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

CCR team ensures this procedure is completed.

C03 Booster Pump

- 1) Manual valves on train Prepared ☐
- 2) Reset Cool down timer Reset ☐
- 3) BP controller and cool down valve On auto ☐
- 4) Set Cool down mode Set ☐
- 5) Confirm BP pot level Confirmed ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

CCR team ensures this procedure is completed.

C04 Cool Down Completed

- 1) BP manual valves for operation Aligned ☐
- 2) Cool down mode Off ☐
- 3) Manual vent Verified ☐
- 4) LNG level Sufficient ☐
- 5) All permissive before start Fulfilled ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

Start Up

CCR team ensures this procedure is completed.

R01 Initial Start

- 1) Cool down Confirmed ☐
- 2) Sea water pump(s) Running ☐
- 3) Engine room and shore Informed regas start ☐
- 4) HIPPS Valve Open ☐
- 5) ESD Valve Open ☐

Tower Yoke only:

- 6) Manual send out valves on swivel in operation Open ☐

Warning

Send out of High Pressure Natural Gas to swivel not in operation can cause major damage

- 7) Manual send out valves on isolated swivel Closed ☐
- 8) Swivels Operational ☐
- 9) Jetty/HP manifold if applicable Open ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

CCR team ensures this procedure is completed.

R02 Starting Train

- 1) Sufficient power Confirmed ☐
- 2) IAS verification
 - a) Seawater system Verified ☐
 - b) Manual vent valves Verified ☐
 - c) Sufficient LNG feed Verified ☐
 - d) Set valves/controls in Auto On ☐
 - e) Correct cool down completed Verified ☐
- 3) Manual send out valve Open ☐

Caution: Visual confirmation of send-out-valve when tested

- 4) Send out valve open/close Tested ☐
- 5) Operator set point Minimum Flow ☐
- 6) Verify status of Watch dog Verified ☐
- 7) PSD overrides if applicable Removed ☐
- 8) Alarms Suppressed off ☐
- 9) Permissive start for suction drum and trains Fulfilled ☐
- 10) Train Started ☐
- 11) No LNG/NG leak Verified ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

CCR team ensures this procedure is completed.

R03 Start additional trains

Warning!

When starting last train, ramp down running trains in order to prevent PSD caused by low level in LNG BP pots

- 1) Sufficient power Confirmed ☐
- 2) Seawater pressure for starting train Adjusted ☐
- 3) Manual send out valve Open ☐

Caution: Visual confirmation of send-out-valve when tested

- 4) Send out valve open/close Tested ☐
- 5) Set valves/controls in Auto On ☐

Note: When starting additional trains all running trains must be on operator set point

- 6) Operator set point Minimum Flow ☐
- 7) Verify status of Watch Dog Verified ☐
- 8) PSD overrides if applicable Removed ☐
- 9) Alarms Suppressed off ☐
- 10) Permissive start for suction drum and trains Fulfilled ☐
- 11) Additional train Started ☐
- 12) No LNG/NG leak Verified ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

CCR team ensures this procedure is completed.

R04 Train Running

- 1) No LNG / NG leak Verified ☐
- 2) Process monitoring Verified ☐
 - a) Level BP suction pot
 - b) Level in propane buffer tank
 - c) Pressure/level in suction drum
 - d) Manifold / Export line pressure and send out rate
 - e) Gas metering system
- 3) Switch trains to master flow control Confirmed ☐
- 4) Master flow control On auto ☐
- 5) Input send out rate Requested ☐
- 6) Re-condenser Started if applicable ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

CCR team ensures this procedure is completed.

R05 Re-condenser Start up

Caution: When running more than 2 trains on full capacity, keep additional re-condenser supply valves closed in order to keep SD pressure above 5 bar

- 1) Power management Confirmed ☐
- 2) Valves Aligned ☐
- 3) Re-condenser mode for LD Selected ☐
- 4) LD in low speed mode Started ☐
- 5) Re-condenser valve open Checked ☐
- 6) When LD cool down is completed select LD high speed mode Started ☐
- 7) Power Management Reviewed ☐
- 8) Re-condenser flow Adjusted ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

Stopping and Shut Down

CCR team ensures this procedure is completed.

R07 Stop One Train

- 1) Operator set point Set ☐
- 2) Ramp down to min. flow Adjusted ☐
- 3) Train Stopped ☐
- 4) Send out valve Closed ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

Cargo System Engineer ensures this procedure is completed.

R06 LNG Vapouriser for fuel gas supply

Note: Only applicable for closed loop

Note: During ramp up boilers are initially fed by low duty

- 1) Regas boiler mode Selected ☐
- 2) Condensate and steam valves Opened ☐
- 3) LNG Supply lined to vapouriser Opened ☐
- 4) Build up gas pressure 200 kPa Verify ☐
- 5) Valves to boiler Opened ☐
- 6) LNG Vaporizer to auto Set ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

CCR team ensures this procedure is completed.

R08 Stop Last Train

Note: Stop re-condenser if applicable

- 1) Operator set point Set ☐
- 2) Ramp down to min. flow Adjusted ☐
- 3) Train Stopped ☐
- 4) NG send out valve Closed ☐
- 5) Manual send out valves Closed ☐
- 6) HP manifold / Export line ESD valve Closed ☐
- 7) TYMS Export line ESD valve if applicable Closed ☐

Caution: Do not stop seawater pump until PSD inhibited

- 8) LNG supply to suction drum Closed ☐
- 9) Close SD supply to trains if applicable Closed ☐

Caution: Stopping seawater pump may lead to unintentionally seawater system draining

- 10) Seawater pump Stopped ☐
- 11) Feed pump Stopped ☐
- 12) Power Management Reviewed ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

CCR team ensures this procedure is completed.

Use procedure before maintenance.

R09 Draining Train

- 1) Cargo tank filling valve Open ☐
- 2) Inhibit/override required PSD on train Ok ☐
- 3) BP valves for draining Lined up ☐
- 4) BP cool down valve for draining Opened ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

Hand Over Watch

CCR team ensures this procedure is completed.

S30 Hand Over CCR Watch 1/2

Verbally communicate status of listed items to relieving officer.

- 1) Standing orders and night order book ☐
- 2) Log keeping ☐
- 3) Prevailing weather conditions ☐
- 4) Winterization systems, if applicable ☐
- 5) Power Management ☐
- 6) Ballast Management ☐

Caution: All changes of settings or inhibition of alarms shall be approved by Master and recorded in IAS log

- 7) IAS, alarm status, set points and inhibits ☐
- 8) Fire and gas detection systems status ☐
- 9) Ongoing or planned work ☐
- 10) Status loading computer, stability, trim, list, SF, BM ☐
- 11) Supporting systems ☐
 - a) Cofferdam heating
 - b) IS/IBS, N2 generator and buffer tank
- 12) Cargo Operations/STS ☐
 - a) Loading/discharge rate and ETC
 - b) Cargo pumps running
 - c) Cargo Tank level and pressure

■ ■ Continue next page ■ ■

S30 Hand over CCR Watch 2/2

- d) BOG management: Boilers/dump valve/GCU
- e) Cargo compressors
- f) Spray pump/fuel gas pump running

13) Communication and ESD ☐

- a) LNGC / terminal
- b) FSRU / shore (onshore receiving facility)
- c) FSRU / LNGC

14) Mooring status to LNGC/Shore ☐

- a) Gangway position
- b) Mooring lines
- c) Ship alignment

ADDITIONAL FOR REGAS OPERATIONS:

15) Natural Gas send out ☐

- a) Daily nomination
- b) Rate/back pressure/temperature/trend
- c) Flow control/operator set-point settings

16) Regas skid(s) status ☐

- a) Feed pumps and Suction Drum
- b) LNG booster and R290/Glycol system
- c) SW pumps, filters and the Steam skid, if applicable
- d) LD compressor, re-condenser and vaporizers

17) Gas chromatograph and gas composition ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

Duty engineer ensures this procedure completed.

This procedure applies to sea watch arrangement

Procedure applies to relieving officer and officer on watch, in cooperation

S31 Hand over ECR Watch

- 1) Read Chief Engineer standing/night order ☐
- 2) Confirm all member of relieving watch capable..... ☐
- 3) Inform if any equipment has failures..... ☐

Caution: All changes of settings or inhibition of alarms shall be approved by Master and recorded in IAS log

- 4) Inform IAS Alarms and set point ☐
- 5) Fire and gas detection systems status ☐
- 6) Inform engine status ☐
 - a) Ongoing or planned work
 - b) Cargo and/or ballast operations
 - c) Ongoing or planned transfers fuel/ballast/water/bilge
 - d) Discharge to sea
 - e) ECA restriction/fuel configuration
- 7) Communicate relevant information from bridge ☐

■ ■ Completed; note time in log book ■ ■

Last page

GCU Start-Up Procedure

1. Initial Preparation (CCR & ECR)

- Ensure the **vessel's power system is stable** (no blackout or ongoing switching). []
- Confirm the **cool-down of the suction drum** is complete and level is above 70%. []
- Execute the pre-start checklist:
 - The **seawater loop system** is active and stable. []
 - **HIPPS and ESD valves** are in the **open** position. []
 - **Power management system** is confirmed with the ECR team. []
 - Feed pumps and seawater pumps are operating. []

2. GCU Activation Initiation

- **Verify no LNG or NG leaks** on deck or manifold areas. []
- Ensure the **GCU control valves** are set to **automatic mode**. []
- Start the **blower and pilot flame ignition system**. []
- **Purge the gas lines** to remove residual flammable gases. []
- Slowly open the **BOG (Boil-Off Gas) inlet valve** and monitor inlet pressure. []
- Confirm **flame detection sensors** are responding and flame is stable. []

- The GCU will transition into **steady-state combustion mode**, adjusting flow rate (e.g., initially 3600 kg/h and gradually up to 4975 kg/h as required). []

3. Monitoring During Operation

- Continuously monitor:
 - LNG tank pressure (must be decreasing). []
 - GCU load (kg/h) to ensure it matches operational targets. []
 - Any alarms (e.g., flame failure, blower trip, burner fault). []
- Record data in the operation log: start time, exhaust temperature, BOG pressure, etc. []

GCU Shut-Down Procedure

1. Preparation for Shutdown

- Confirm the LNG tank pressure is within safe limits. []
- Coordinate with CCR and ECR watchkeeping officers. []
- Gradually close the **BOG inlet valve**. []
- Turn off the **pilot flame/combustion system**. []

2. Purging and Cooling

- Operate the **blower purge cycle** to cool the combustion chamber and remove any remaining gas. []
- Confirm **flame sensors detect no residual flame**. []
- Switch off the **main blower** after the purge is complete. []

3. Verification and Logging

- Verify the GCU is now in **standby or idle mode**. []
- Record shutdown time and parameters in the CCR/ECR logbook. []
- Conduct visual inspection of the system if necessary. []

Important Notes (Safety)

- Avoid **frequent start-stop cycles within a short time**, as this may damage the burner, blower, and ignition components.
- Always ensure the **electrical and control systems are online** before attempting activation.
- Use **complete PPE** and ensure all actions are approved by the Chief Engineer or duty officer.

Lampiran 11 Foto *Drone-View* Kapal EKAPUTRA 1



Lampiran 12 Hasil Wawancara Cadet ke Officer dan Engineer

pertanyaan pertama / ke 1

Seberapa besar pengaruh kinerja GCU mempengaruhi stabilitas tanki pressure di atas kapal EKAPUTRA 1? Dan bagaimana pengaruh GCU untuk membantu mencegah dan mengatur over pressure?

Jawaban - Chief officer :

GCU sangat penting menjaga sa stabilitas tekanan tanki apalagi sedang tidak dalam mode Gas Burning, Biasanya pada saat tidak Gas Burning tidak aktif, BOG (Boil of gas) akan menumpuk yang menyebabkan tekanan di dalam tangki meningkat secara signifikan, dan di sinilah GCU berperan penting untuk membuka boil of gas karena kenaikan suhu yang signifikan

Jawaban - Gas engineer :

Secara teknis GCU adalah alat yang sangat vital, dalam sistem kami saat Gas Burning tidak dinyalakan dan karena tanki punya batas maksimum tekanan yang ketat. Di situlah GCU bekerja untuk menjaga tekanan agar tetap stabil dengan respon cepat

Jawaban - officer jaga cck :

Saat saya menjaga cck, saya selalu memonitor grafik tekanan Tanki dan konsumsi gas harian, jika Gas Burning tidak aktif dan tekanan mulai naik terus-menerus secara signifikan, saya segera berkoordinasi dengan engineer untuk mengaktifkan GCU agar GCU segera menurunkan tekanannya pada tangki

MASTER

CHEERY CHAIRI



SIDU

perkembangan ke dua / ke 2

Bagaimana cara kita sebagai crew kapal untuk mengoptimalkan pengoperasian GCU agar terdapat penggunaan yang aman, maksimal dan tentunya sesuai dengan prosedur dan manual?

Jawaban - Chief Officer

Sebagai penunjang tertinggi deck, saya selaku Chief Officer harus selalu update dengan jadwal dan produksi tekanan. Pengaturan GCU yang optimal bisa di lakukan jika kita tau kapan GCU dipertukan dan kapan tidak, maka dari itu pentingnya koordinasi COE dan engine room (Officer dan engineer) manual Book juga menjadi acuan dan panduan kita tidak boleh asal menjalankan GCU tanpa prosedur, seperti pre-heating atau COE sistem kontrol

Jawaban - Gas engineer

GCU tidak bisa langsung dinyalakan begitu saja, kita harus mengikuti prosedur yang berlaku "pre-heating, COE blower burner, panel, kontrol serta pastikan tekanan stabil untuk optimal, idealnya GCU di gunakan dalam mode steady, bukan hidup mati dalam waktu singkat. Kita juga harus sesuaikan dengan kebutuhan pada saat tekanan naik secara extreme maka saat itulah GCU harus on, kami juga rutin checking dan troubleshooting agar performanya tetap bagus

Jawaban - Officer jaga

Ini membantu mengoptimalkan dengan terus memantau tekanan dan data dari panel, bila ada tem tekanan naik, kami langsung menginformasikan ke engineer. Saya rutin cek alarm. Kami pastikan juga tidak terdapat delay komunikasi. Intinya kita selalu jaga agar GCU tidak terat aktif dan telat sesuai prosedur

Master

Capt. CHEBRY CH



SIDU