



**ANALISIS DAMPAK DAN PENANGGULANGAN
AKIBAT MENURUNNYA VAKUM PADA
KONDENSOR UTAMA TERHADAP PERFORMA
TURBIN UTAMA PADA KAPAL LNG SINGAPORE
ENERGY**

SKRIPSI

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

**ANGGA SETIAWAN
NIT. 561911237329 T**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
TEKNIKA
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS DAMPAK DAN PENANGGULANGAN AKIBAT
MENURUNNYA VAKUM PADA KONDENSOR UTAMA TERHADAP
PERFORMA TURBIN UTAMA PADA KAPAL LNG SINGAPORE
ENERGY**

DISUSUN OLEH:

ANGGA SETIAWAN
NIT. 561911237329 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,.....2024

Dosen Pembimbing I

Materi

Dosen Pembimbing II

Metodologi dan Penulisan

H.MUSTHOLIQ,MM,M.Mar.E

Pembina (IV/a)

NIP. 19650320 199303 1 002

Ir.FITRI KENSIWI,M.Pd

Penata Tk.1 (III/d)

NIP. 19660702199203 2 009

Mengetahui,

Ketua Program Studi
TEKNIKA

Dr. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T., M.Mar.E

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19730331 200604 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Analisis Dampak Dan Penanggulangan Akibat Menurunnya Vakum Pada Kondensor Utama Terhadap Performa Turbin Utama Pada Kapal LNG Singapore Energy” karya,

Nama : ANGGA SETIAWAN

NIT : 561911237329 T

Program Studi : D IV T

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

Semarang,

PENGUJI

Penguji I : **Dr. ANDY WAHYU HERMANTO, MT**
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19791212 200012 1 001

Penguji II : **H. MUSTHOLIQ, MM, M.Mar.E**
Pembina (IV/a)
NIP. 19650320 199303 1 002

Penguji III : **Drs. SUHARTO, M.T**
Pembina Tk. I (IV/b)
NIP. 19661219 199403 1 001

Mengetahui,
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ANGGA SETIAWAN

NIT : 561911237329 T

Program Studi : TEKNIKA

Skripsi dengan judul “ Analisis Dampak Dan Penanggulangan Akibat Menurunnya Vakum Pada Kondensor Utama Terhadap Performa Turbin Utama Pada Kapal LNG Singapore Energy”

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

Semarang,.....

Yang membuat pernyataan,

ANGGA SETIAWAN
NIT. 561911237329 T

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

1. Jangan malas-malasan nanti menyesal di akhir.
2. Jabatan tertinggi adalah menjadi dirimu sendiri sebagaimana apa yang telah tuhan takdirkan saat menciptakanmu.
3. "Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya." – (Q.S Al- Baqarah:286)

Persembahan:

1. Kedua orangtua saya, Bapak Taupik dan Ibu saya Martini serta keluarga besar yang sudah memberikan nasihat, mendoakan, dan mengupayakan apapun untuk keberlangsungan kehidupan peneliti dengan baik.
2. Kepada Almamaterku PIP SEMARANG, sahabat serta rekan saya khususnya kelas Teknik 8 Delta, dan Batch LVI.
3. Seluruh teman – teman Kasta Salatiga Angkatan LVI yang selalu membantu dan memberi semangat kepada penulis setiap hari.
4. Kepada Bapak. H.Mustholiq. MM, M.Mar.E., selaku Dosen Pembimbing Materi dan Ibu Ir.Fitri Kensiwi.M.Pd selaku Dosen Metode Penelitian dan Penulisan.

PRAKATA

Alhamdulillah, segala Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan karunia dari-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Analisis Dampak Dan Penanggulangan Akibat Menurunnya Vakum Pada Kondensor Utama Terhadap Performa Turbin Utama Pada Kapal LNG Singapore Energy” ini dengan sebaik-baiknya untuk memenuhi persyaratan kelulusan.

Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti banyak mendapatkan bimbingan, dukungan dan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini perkenalkanlah peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Capt. Sukirno, M.M. Tr., M.Mar., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Dr. Ali Muktar Sitompul, M.T., M.Mar.E, Selaku Ketua Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan kemudahan dalam menuntut ilmu di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak H. Mustholiq. MM, M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing Materi Penulisan Skripsi yang telah sabar dan tanggung jawab dalam memberikan dukungan, bimbingan, dan pengarahan dalam penyusunan Skripsi ini.
4. Dan ibu Ir.Fitri Kensiwi.M.Pd selaku Dosen Pembimbing Metode Penulisan Skripsi yang telah memberikan dukungan, bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Seluruh staf, pegawai dan senior yang bekerja di kapal LNG Singapore Energy yang telah membimbing dan membantu penulis dan telah memberikan banyak ilmu pengetahuan serta kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan praktik laut.

ABSTRAKSI

Setiawan, Angga. 2023. *“Analisis Dampak Dan Penanggulangan Akibat Menurunnya Vakum Pada Kondensor Utama Terhadap Performa Turbin Utama Pada Kapal LNG Singapore Energy”* Skripsi. Program Studi Teknik, Program Diploma IV, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I : H.Mustholiq. MM, M.Mar.E, dan Pembimbing II : Ir.Fitri Kensiwi.M.Pd

Turbin uap sangat penting untuk memastikan kelancaran operasional di kapal Seperti halnya di kapal LNG Singapore Energy yang menggunakan turbin uap sebagai tenaga penggerak utamanya. Terdapat banyak instalasi lain selain ketel induk yang berguna untuk menunjang kinerja turbin uap, salah satunya adalah kondensor. Kondensor adalah alat yang digunakan untuk mengubah uap yang dihasilkan dari turbin uap menjadi air dengan menggunakan air pendingin . Dalam keadaan darurat penurunan vakum pada kondensor dapat mengganggu performa turbin uap sehingga turbin uap tidak dapat beroperasi secara optimal dan membuat terhambatnya perjalanan kapal, seperti yang terjadi pada kasus menurunnya kevakuman kondensor utama di kapal LNG Singapore Energy yang terjadi pada 10 Agustus 2022 terjadi penurunan kevakuman yang cepat pada kondensor utama yang dimana kondisi vakum turun sampai 678 mmHg yang pada hari sebelumnya kondisi tekanan vakumnya adalah 715 mmHg.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui penyebab dan dampak dari penurunan kevakuman pada kondensor serta cara untuk menanggulangnya. Metode penelitian yang digunakan peneliti pada penelitian ini adalah metode kualitatif. Sumber data penelitian diperoleh dari data primer dan data sekunder. Teknik pengumpulan data melalui observasi, studi pustaka, dokumentasi, dan wawancara, teknik keabsahan data menggunakan teknik triangulasi.

Hasil penelitan ini menemukan bahwa penurunan kevakuman pada kondensor utama di kapal LNG Singapore Energy di sebabkan oleh beberapa faktor, contohnya faktor lingkungan yaitu adanya endapan rumput laut yang menyumbat pipa-pipa kondensor. Dampaknya adalah daya dari turbin uap menurun, kapasitas dari *steam dumping* menurun, kenaikan suhu pada kondensor utama, penurunan kapsitas kelistrikan dari seluruh Untuk menanggulangnya dilakukan pembersihan pipa-pipa pada kondensor utama, *overhaul vacuum pump* dan penggantian *scoop anode*.

Kata kunci : Turbin, kondensor, vakum.

ABSTRACT

Setiawan, Angga. 2023. *"Analysis of the Impact and Mitigation of Vacuum Decrease in the Main Condenser on the Performance of the Main Turbine in LNG Ship 'Singapore Energy'". A Thesis in the Engineering Program, Diploma IV Program, Semarang Shipping Science Polytechnic. Supervisor I: H. Mustholiq, MM, M.Mar.E, and Supervisor II: Ir. Fitri Kensiwi, M.Pd."*

Steam turbines are crucial for ensuring the smooth operation of a ship, as exemplified by the LNG vessel Singapore Energy, which utilizes a steam turbine as its primary propulsion source. Apart from the main boiler, several other installations support the performance of the steam turbine, one of which is the condenser. The condenser is a device used to convert steam produced by the steam turbine into water, utilizing cooling water. In emergency situations, a vacuum drop in the condenser can disrupt the performance of the steam turbine, preventing it from operating optimally and causing delays in the ship's journey. This was evident in the case of a rapid vacuum drop in the main condenser of the LNG vessel Singapore Energy on August 10, 2022. The vacuum condition decreased rapidly to 678 mmHg, whereas the vacuum pressure was 715 mmHg the day before.

The research aims to identify the causes and consequences of the vacuum drop in the condenser as well as the methods to address it. The research methodology employed is qualitative. Data sources include both primary and secondary data. Data collection techniques involve observation, literature review, documentation, and interviews, with data validity ensured through triangulation techniques.

The findings of this research reveal that the decrease in vacuum in the main condenser of the LNG vessel Singapore Energy is attributed to various factors, such as environmental factors like the accumulation of seaweed deposits blocking the condenser pipes. The consequences include a decrease in the power of the steam turbine, a reduction in the capacity of steam dumping, an increase in temperature in the main condenser, and a decrease in the overall electrical capacity of the system. To address these issues, corrective measures were implemented, including the cleaning of pipes in the main condenser, overhauling the vacuum pump, and replacing the scoop anode.

Keywords : Turbine, Condensor, vacuum.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
ABSTRAKSI.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian	4
C. Rumusan Masalah.....	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Hasil Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI	9
A. Deskripsi Teori	9
B. Kerangka Penelitian.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Metode Penelitian	22

	B. Tempat Penelitian	22
	C. Sampel Sumber Data Penelitian	23
	D. Teknik Pengumpulan Data	25
	E. Instrumen Penelitian	26
	F. Teknik Analisis Data.....	27
	G. Pengujian Keabsahan Data.....	30
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	33
	A. Gambaran Konteks Penelitian	33
	B. Deskripsi Data	35
	C. Temuan.....	41
	D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	49
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	56
	A. Simpulan	56
	B. Keterbatasan Penelitian.....	57
	C. Saran	58

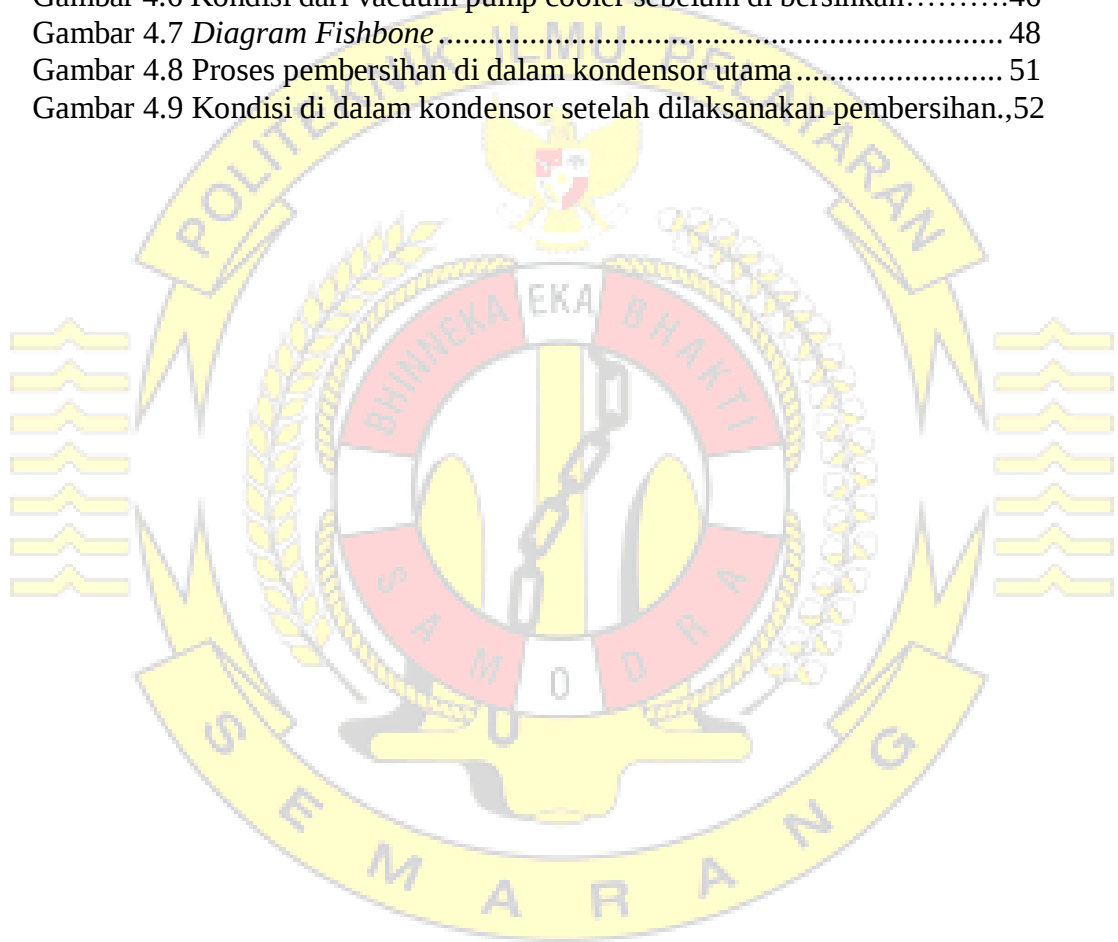
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka penelitian	20
Gambar 3.1 Bagan diagram <i>Fishbone</i>	30
Gambar 4.1 Kapal LNG Singapore Energy	38
Gambar 4.2 Turbin uap kapal LNG Singapore Energy	40
Gambar 4.3 <i>Main hole</i> kondensor utama di kapal LNG Singapore Energy ...	41
Gambar 4.4 Vakum kondesor pada <i>monitor control system</i>	42
Gambar 4.5 Banyaknya rumput laut di sekitar kapal dan di dalam kondensor	45
Gambar 4.6 Kondisi dari vacuum pump cooler sebelum di bersihkan.....	46
Gambar 4.7 <i>Diagram Fishbone</i>	48
Gambar 4.8 Proses pembersihan di dalam kondensor utama	51
Gambar 4.9 Kondisi di dalam kondensor setelah dilaksanakan pembersihan.,	52



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Penelitian terdahulu	33
Tabel 4.2 <i>Ship's Particular</i> LNG Singapore Energy	40
Tabel 4.3 Tabel Faktor penyebab permasalahan <i>fishbone analysis</i>	44



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Transkrip Wawancara	62
Lampiran 2 <i>Crew list</i> kapal LNG Singapore Energy	66
Lampiran 3 <i>Ship's particulars</i> kapal LNG Singapore Energy	67
Lampiran 4 Masinis 2 memeriksa kondesor setelah pembersihan	68
Lampiran 5 <i>Piping diagram sea water system</i>	69
Lampiran 6 Spesifikasi turbin uap dan kondensor utama	70



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada era modern seperti sekarang ini penggunaan bahan bakar minyak sangat diperlukan di dalam kehidupan sosial masyarakat seperti dalam penggunaan transportasi laut, darat, dan udara. Namun dikarenakan pentingnya dari penggunaan bahan bakar dalam jumlah yang besar berakibat pada menurunnya ketersediaan minyak bumi dan menimbulkan gas karbon yang dapat menjadi masalah bagi keberlangsungan hidup makhluk di muka bumi seperti pemanasan global. Oleh karena itu dicarilah solusi mengatasi permasalahan tersebut yaitu penggunaan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, seperti bahan bakar yang berasal dari gas alam *Liquified Natural Gas* atau yang disingkat *LNG*. Para ilmuwan mulai mempelajari gas sekitar abad ke-17. Salah satu ilmuwan terkemuka pada masa itu, yaitu Robert Boyle, yang telah berhasil menemukan hubungan yang terbalik antara tekanan dan volume gas. Seiring perkembangan waktu, sekitar abad ke-19, seorang ilmuwan bernama Gay Lussac menemukan hubungan yang bersifat proporsional antara tekanan gas dan suhu. Namun baru pada tahun 1886, seorang ilmuwan bernama Karol Olszewski berhasil mencapai pencapaian luar biasa dengan berhasil mengubah gas utama yang digunakan dalam *LNG*, yaitu *methane*, menjadi wujud cair.

LNG (Liquified Natural Gas) adalah gas alam yang dicairkan dengan cara didinginkan pada tekanan 1 atmosfer dengan temperature yang sangat rendah

atau yang disebut *cryogenic* temperature yaitu $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ yang ketika wujudnya diubah akan membentuk cairan bening tidak berwarna dan tidak beracun. Komposisi utama dari *LNG* adalah *methane* dan sisanya yaitu *ethane*, *propane*, *butane*, *pentane*, dan terdapat sedikit *nitrogen* (Tjahjono et al., 2022).

Transportasi yang dirancang khusus untuk menyalurkan *LNG* dari terminal satu ke terminal lainnya yaitu kapal *LNG Carrier* yang dirancang untuk membawa satu jenis muatan gas dalam wujud cair yang tekanan dan temperaturnya harus dijaga dengan baik supaya tetap stabil. *LNG Carrier* mempunyai ruangan tangki yang digunakan untuk memuat *LNG*, berdasarkan jenis kapalnya *LNG Carrier* dibedakan berdasarkan tipe tangki muatannya. Ada 2 tipe dari *LNG Carrier* yaitu *Moss Type* dan *Membrane Type* yang sudah dirancang untuk membawa *LNG* dengan temperatur $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tekanan 1 atmosfer.

Di kapal pengangkut *LNG* masih banyak yang menggunakan turbin uap sebagai penggerak utamanya. Hal ini dikarenakan beberapa faktor yaitu dari muatannya sendiri yang mudah menguap. Akibat dari penguapan yang terjadi pada *LNG* itu dibuang ke atmosfer maka ditemukanlah solusi penggunaan penguapan dimanfaatkan menjadi bahan bakar dengan cara uap yang dihasilkan dibakar dalam ketel induk atau yang biasa disebut *Boil-Off-Gas*.

BOG (Boiled-Off-Gas) adalah gas yang terbentuk karena adanya panas yang masuk kedalam tangki kapal *LNG*. Evaporasi yang terjadi yang berlangsung secara terus-menerus akan mengakibatkan meningkatnya tekanan pada tangki, tekanan berlebih pada tangki sangat berbahaya dikarenakan tangki dapat

meledak, oleh karena itu *BOG* tersebut harus dimanfaatkan atau dibuang melalui proses pembakaran untuk menjaga tekanan tangki muatan (Margono et al., 2021).

Saat ini yang biasanya dilakukan untuk memanfaatkan *BOG* yaitu sebagai bahan bakar pada ketel induk pada kapal *LNG*. Penggunaan *BOG* ini sangat berguna untuk ketel induk, karena pembakaran yang terjadi menghasilkan uap dengan maksimal sehingga kinerja dan pemanfaatan gas alam cair terjadi secara optimal. Selain itu uap yang berasal dari ketel induk berguna menjadi penggerak utama turbin kapal.

Terdapat banyak instalasi lain selain ketel induk yang berguna untuk menunjang kinerja turbin uap, salah satunya adalah kondensor utama. Diantaranya ketel uap, turbin uap, maupun kondensor utama merupakan suatu rangkaian yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Hal ini berakibat pada masalah apabila salah satu komponen mengalami masalah maka rangkaian lain tidak akan bekerja secara maksimal. Kondensor merupakan sebuah pesawat yang fungsinya sebagai pengondensasikan uap yang dihasilkan dari turbin uap yang disirkulasikan menjadi air pengisi ketel (Ridwan et al., 2020).

Penggunaan kondensor utama sebagai instalasi turbin uap adalah dengan cara memutar balikkan sudu tudu turbin sehingga tidak terjadi tekanan dibagian belakang (*Back Pressure*). Sedangkan fungsi dari vakum adalah menghisap uap bekas. Apabila kondensor utama memiliki kondisi yang baik maka turbin uap pun akan beroperasi dengan maksimal. Beberapa kondisi yang membuat

penurunan kinerja pada kevakuman pada kondensor utama dapat membuat pengoperasian uap turbin terganggu.

Penulis tertarik untuk melakukan penelitian karena banyaknya permasalahan yang timbul akibat menurunnya kevakuman pada kondensor utama yang biasanya menjadi penyebab penurunan daya kerja dari turbin utama, seperti yang terjadi pada tanggal 10 Agustus 2022 terjadi penurunan kevakuman yang cepat pada kondensor utama yang dimana kondisi vakum turun sampai 678 mmHg yang pada hari sebelumnya kondisi tekanan vakumnya adalah 715 mmHg. Jika kondisi vakum pada kondensor utama tetap optimal, turbin dapat berfungsi dengan normal. Namun, kevakuman di kondensor dapat menurun karena berbagai faktor, yang dapat mengganggu operasi turbin. Oleh karena itu, penting untuk menjaga kevakuman agar tetap baik.

Berdasarkan latar belakang keadaan ini, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengambil judul skripsi “**Analisis Dampak Dan Penanggulangan Akibat Menurunnya Vakum Pada Kondensor Utama Terhadap Performa Turbin Utama Pada Kapal LNG Singapore Energy**”.

B. Fokus Penelitian

Adapun fokus dari penelitian tentang analisis Dampak dan Penanggulangan Akibat Menurunnya Vakum Pada Kondensor Utama Terhadap Performa Turbin Utama Pada Kapal LNG Singapore Energy yaitu:

1. Peneliti berfokus pada dampak penurunan vakum kondensor utama di LNG Singapore Energy.

2. Peneliti berfokus pada cara mengatasi penurunan vakum kondensor utama pada LNG Singapore Energy.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks latar belakang masalah yang telah dibahas sebelumnya, langkah selanjutnya adalah menentukan inti permasalahan yang harus diatasi. Inti permasalahan ini diungkapkan dalam bentuk perumusan masalah yang akan memandu pembahasan lebih lanjut dalam bab-bab berikutnya. Perumusan masalah ini biasanya berbentuk pertanyaan atau pernyataan yang memerlukan jawaban dan solusi untuk pemecahannya. Berikut adalah perumusan masalah yang telah disusun sebagai berikut:

1. Apa yang menjadi penyebab menurunnya vakum pada kondensor utama di kapal LNG Singapore Energy?
2. Dampak apa yang ditimbulkan dari menurunnya vakum pada kondensor utama terhadap performa turbin utama di kapal LNG Singapore Energy?
3. Bagaimana menanggulangi menurunnya vakum pada kondensor utama di kapal LNG Singapore Energy?

D. Tujuan Penelitian

Pada era modern seperti sekarang ini penggunaan bahan bakar sangat penting dalam proses transportasi baik transportasi darat, laut, dan udara. Bahan bakar dalam transportasi laut berfungsi untuk menyuplai mesin penggerak utama kapal seperti generator, dan ketel induk. Ketel induk sendiri menghasilkan uap bertekanan tinggi kemudian dimanfaatkan sebagai tenaga

penggerak dari turbin uap, kondensor adalah instalasi pendukung dari turbin uap yang berfungsi untuk mengkondensasikan uap yang dihasilkan dari turbin uap yang kemudian dikondensasikan menjadi air menggunakan air pendingin. Sangat penting untuk menjaga kevakuman kondensor agar tetap normal sesuai *manual book*. Penurunan kevakuman pada kondensor bisa saja terjadi seperti yang terjadi pada tanggal 10 Agustus 2022 terjadi penurunan kevakuman yang cepat pada kondensor utama yang dimana kondisi vakum turun sampai 678 mmHg yang pada hari sebelumnya kondisi tekanan vakumnya adalah 715 mmHg.

Setelah menguraikan latar belakang masalah yang telah dijelaskan di atas dan merumuskan permasalahan yang relevan, langkah berikutnya adalah menentukan tujuan penelitian yang akan digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Tujuan penelitian adalah mencari solusi atas masalah yang terjadi sehingga memudahkan dalam pembahasan bab berikutnya. Tujuan penelitiannya adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apa yang menjadi penyebab menurunnya vakum pada kondensor utama di kapal LNG Singapore Energy.
2. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan dari menurunnya vakum pada kondensor utama terhadap performa turbin utama di kapal LNG Singapore Energy.
3. Untuk mengetahui cara menaggulangi menurunnya vakum pada kondensor utama di kapal LNG Singapore Energy.

E. Manfaat Hasil Penelitian

Adapun hasil penelitian yang dilaksanakan mengenai analisis dampak dan penanggulangan akibat menurunnya vakum pada kondensor utama terhadap performa turbin utama pada kapal LNG Singapore Energy, Penulis mengupas topik dalam skripsi ini dengan tujuan agar penelitian ini memiliki dampak positif yang bermanfaat. Hasil penelitian ini memberikan manfaat dalam dua aspek yang berbeda, yaitu manfaat teoritis atau akademis serta manfaat praktis yang terkait dengan pemecahan masalah yang menjadi fokus penelitian.

1. Secara teoritis

a. Bagi pembaca

Memberikan penjelasan tentang masalah serupa yang dapat terjadi pada kapal yang menggunakan turbin uap sebagai tenaga penggeraknya, Serta memberikan gambaran kepada pembaca terutama mereka yang berprofesi sebagai pelaut tentang langkah yang dapat diambil dalam menyelesaikan masalah yang sama.

b. Bagi awak kapal LNG Singapore Energy

Memberikan sumbangan pemikiran serta bahan evaluasi mengenai tata cara menangani permasalahan penurunan vakum yang terjadi pada kondensor utama dikapal LNG Singapore Energy.

2. Secara praktis

Memberikan informasi tambahan kepada peneliti mengenai kerusakan alat serupa yang dapat terjadi pada kapal jenis *LNG Carrier* serta ini sebagai sarana mengembangkan serta memperdalam ilmu pengetahuan mengenai

tata cara mengatasi penurunan vakum kondensor pada kapal yang menggunakan turbin uap.



BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Deskripsi teori adalah bagian dari penelitian yang menjelaskan teori atau kerangka kerja yang menjadi dasar penelitian. Tujuan dari deskripsi teori adalah untuk memberikan pemahaman yang jelas tentang konsep, prinsip dan landasan teori yang mendasari penelitian. Teori-teori tersebut memberikan penjelasan dan kerangka teoritis yang diperlukan untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Berikut adalah beberapa teori yang digunakan:

1. Analisis

Menurut (Puspitasari & Rahmawati, 2020) menjelaskan bahwa pengertian Analisis adalah suatu kegiatan yang terdiri dari beberapa kegiatan, seperti menyusun, membedakan, mengurutkan sesuatu ke dalam kelompok-kelompok menurut kriteria tertentu kemudian mencari hubungan dan menafsirkan maknanya.

Pengertian analisis juga dapat diartikan sebagai upaya untuk mengamati sesuatu secara mendetail dengan menguraikan subkomponennya atau menyatukan komponen-komponen tersebut untuk diteliti lebih lanjut. Ada juga yang melihat pentingnya analisis dalam kemampuan memecah atau memecah informasi atau materi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil agar lebih mudah dipahami dan dijelaskan.

2. Dampak

Dampak atau yang juga dikenal sebagai pengaruh atau akibat, dapat dijelaskan secara sederhana sebagai hasil dari suatu keputusan atau tindakan. Dalam istilah yang paling dasar, dampak merujuk pada konsekuensi yang timbul dari pilihan yang dibuat oleh seorang pemimpin atau individu. Setiap keputusan yang diambil memiliki implikasi tertentu, yang bisa bersifat positif atau negatif. Kemampuan untuk memahami dan meramalkan dampak dari keputusan tersebut adalah ciri khas yang penting bagi seorang pemimpin yang kompeten (Khairunnisa, 2019).

Dampak dapat diartikan sebagai hasil dari suatu peristiwa atau perkembangan dalam suatu karya atau konteks tertentu. Dampak tersebut bisa mengakibatkan perubahan yang memberikan pengaruh positif atau negatif terhadap keberadaan sesuatu. Memahami dampak dari tindakan atau keputusan yang diambil sangat penting bagi individu, organisasi, atau pemimpin. Hal ini membantu mereka untuk mengambil tindakan yang diperlukan guna mengurangi risiko negatif dan maksimalkan manfaat positif.

3. Pengertian Turbin Uap

Turbin uap adalah mesin konversi energi yang mengubah energi uap potensial menjadi energi mekanik berupa putaran poros turbin. Sebelum diubah menjadi energi mekanik, terlebih dahulu diubah menjadi energi kinetik pada nozel (turbin impuls) atau nosel dan sudu (turbin reaksi). Poros turbin dihubungkan langsung atau melalui roda gigi reduksi ke mekanisme penggerak

seperti generator, pompa, kompresor, dan lain-lain. Turbin uap pertama yang tercatat dalam sejarah dibuat oleh seorang pahlawan dari Aleksandria sekitar abad pertama masehi. Perangkat ini terdiri dari bola yang dapat berputar bebas di sekitar sumbu horizontal antara dua pipa yang dihubungkan satu sama lain. Di dalam pemanas uap yang dihasilkan dalam boiler memasuki bola dan keluar ke atmosfer melalui dua nosel yang ditempatkan tegak lurus terhadap sumbu rotasi, menyebabkan bola berputar Wisnaningsih, (2019).

a. Jenis-jenis turbin uap

Turbin uap dapat dibedakan menurut cara kerja dan bentuk dari susunan sudu jalan turbin dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

1) Turbin reaksi

Pengertian turbin reaksi adalah dimana gaya yang menyebabkan putaran tidak hanya gaya yang diberikan tetapi juga reaksi, atau turbin mempunyai tekanan sebelum sudu-sudu yang bergerak lebih besar daripada tekanan setelah berputar. Contoh turbin reaksi: Turbin parson.

2) Turbin aksi

Turbin aksi atau turbin tekanan rata adalah turbin di mana tekanan sebelum dan sesudah pengoperasian sudu jalan adalah sama, atau turbin di mana energi gaya yang memberikan energi adalah gaya aksi saja. Contoh Turbin Aksi: Turbin *de laval*, Turbin *Curtis*, dan Turbin *zoelly*. Taruna melaksanakan praktek di kapal yang menggunakan turbin uap berjenis turbin tekanan rata atau turbin aksi dengan jenis turbin curtis.

4. Penanggulangan

Menurut KBBI penanggulangan berasal dari kata “tanggulang” yang berarti “menghadapi”, “mengatasi”. Kemudian ditambahkan awalan "pe" dan akhiran "an", sehingga menjadi "penanggulangan", yang berarti proses, cara, tindakan mengatasi.

5. Kondensor

Kondensor adalah alat yang digunakan untuk mengubah uap yang dihasilkan dari turbin uap menjadi air dengan menggunakan air pendingin utama. Uap bekas *exhaust steam* dari turbin uap *superheated* diarahkan ke kondensor yang didinginkan oleh air pendingin utama, sehingga terjadi perpindahan panas. Oleh karena itu, kondensor berisi peralatan penukar panas *heat exchanger*. Uap panas yang melalui proses pendinginan, uap panas mengembun atau terkondensasi yang disebut air kondensat. Saat air pendingin menyerap panas dari uap buang turbin, suhunya naik, selain itu kondensat dipompa kembali oleh pompa kondensat yang kemudian dikembalikan lagi ke boiler melalui *water heater* Zakaria & Suryaman, (2020).

Kondensor tidak hanya bertugas untuk mengkondensasikan uap bekas, tetapi juga berperan dalam menjaga tekanan vakum di dalam sistem pembuangan yaitu gas dan udara yang tidak dapat dikondensasikan oleh kondensor secara terus menerus menggunakan sebuah pompa udara.

Kondensor dirancang dengan tujuan untuk memastikan perpindahan panas antara fluida dan uap air berlangsung dengan efisien. Kondensor ini khususnya

digunakan untuk tipe shell and tube, dan dipasang pada kapal yang memiliki ketel uap atau turbin uap sebagai bagian dari instalasinya. Kondensor dapat berkurang kemampuannya jika laju perpindahan panas antara uap buang turbin uap dengan air pendingin tersumbat oleh kerak (*fouling*) atau kotoran.

a. *Fouling*

Definisi dari *fouling* adalah terbentuknya endapan pada permukaan panas yang berasal dari senyawa atau bahan yang tidak diinginkan. Terbentuknya lapisan deposit ini akan bertambah selama kondensor beroperasi. Akumulasi deposit terhadap permukaan penukar panas meningkatkan penurunan tekanan dan mengurangi efisiensi perpindahan panas. Untuk menghindari penurunan efisiensi penukar panas secara terus-menerus serta terjadinya *unpredictable cleaning*, oleh karena itu maka diperlukan sebuah informasi yang jelas mengenai tingkat pengotoran agar dapat ditentukan jadwal pembersihan (*cleaning schedule*) Hendri et al., (2018).

Kotoran endapan atau *fouling* adalah masalah yang rentan terjadi pada kondensor, di mana pipa-pipa pendingin dapat terkontaminasi oleh endapan yang berasal dari air pendingin yang digunakan. Air pendingin ini diambil dari sumber air laut, dan kemungkinan besar mengandung kotoran yang ikut masuk dan mengendap pada pipa-pipa pendingin kondensor. Akibatnya, endapan tersebut menyebabkan penurunan laju perpindahan panas pada kondensor.

Berdasarkan cara pengotoran atau *fouling* terbentuk terdapat faktor-faktor yang dapat dikelompokkan menjadi lima jenis, yaitu:

1) Reaksi Kimia (*chemical reaction fouling*).

Pencemaran yang terjadi sebagai akibat dari reaksi kimia (*chemical reaction fouling*) melibatkan reaksi kimia yang berlangsung di dalam fluida yang mengalir di atas permukaan perpindahan panas. Dalam situasi ini, material dari permukaan perpindahan panas tidak terlibat dalam reaksi tersebut, seperti adanya reaksi polimerisasi.

2) Partikel Padat Dalam Fluida (*particulate fouling*).

Pengotoran ini terjadi ketika partikel-partikel padat yang terbawa oleh fluida mengendap di atas permukaan perpindahan panas, seperti partikel debu atau pasir.

3) Zat Padat Dalam Larutan (*precipitation fouling*).

Pengotoran ini umumnya terjadi pada fluida yang mengandung garam-garam yang mengendap pada suhu yang tinggi, contohnya seperti endapan garam kalsium sulfat.

4) Biologi (*biological fouling*)

Pengotoran ini terkait dengan aktivitas makhluk hidup biologis yang ada di dalam atau dibawa oleh aliran fluida, seperti lumut, jamur, dan organisme lainnya.

5) Korosi (*corrosion fouling*).

Pengotoran terjadi karena terjadinya reaksi kimia antara fluida yang bergerak dengan bahan material permukaan yang digunakan untuk perpindahan panas.

b. Bagian bagian kondensor

Jenis kondensor yang digunakan di kapal adalah tipe *shell and tube*. Dalam tipe ini, terdapat tabung-tabung di dalam suatu wadah yang berfungsi sebagai penukar panas antara cairan dan uap air. Uap air dari ketel berada di dalam tabung-tabung tersebut sementara air laut mengalir di sekitar tabung-tabung tersebut. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk mendinginkan uap air tawar panas yang digunakan untuk memanaskan berbagai komponen di kamar mesin kapal.

Tujuan akhir dari sistem kondensor ini adalah untuk mengubah uap air menjadi air kondensasi dengan suhu yang sesuai setelah mengalami proses penyerapan panas di kondensor. Dalam rangka untuk memahami lebih lanjut tentang kondensor ini, Terdapat beberapa komponen yang bersumber dari manual book penulis yang perlu dijelaskan terkait dengan struktur kondensor yaitu :

1) Pipa pendingin (*Cooling Tube*)

Bahan pipa yang digunakan titanium dipilih berdasarkan kemampuannya dalam menghantarkan panas dengan efisien, terutama karena adanya perbedaan suhu yang terjadi melintasi diameter pipa. Karakteristik ini penting karena perbedaan suhu yang signifikan dapat

memicu perpindahan panas yang cepat. Namun, kemampuan bahan pipa untuk dengan cepat menyesuaikan diri dengan perubahan suhu juga dapat menyebabkan tekanan panas yang timbul saat pipa digunakan. Fenomena ini dikenal sebagai tekanan panas (thermal stresses) dan dapat terjadi selama operasi pipa. Selain itu, bahan pipa harus memiliki daya tahan yang cukup untuk menanggung tekanan dari cairan dan uap air yang mengalir di dalam maupun di luar pipa. Ketahanan terhadap tekanan ini sangat penting untuk menjaga integritas dan keamanan sistem. Dalam hal jangka waktu penggunaan yang panjang, bahan pipa harus memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi. Ini sangat penting karena korosi dapat merusak material pipa dan mengurangi masa pakainya. Oleh karena itu, pemilihan bahan pipa yang tahan terhadap korosi akan memastikan kelangsungan operasi yang stabil dan minimalisasi risiko kerusakan. Keseluruhannya, bahan pipa yang dipilih harus memenuhi sejumlah persyaratan teknis, termasuk kemampuan menghantarkan panas, ketahanan terhadap perubahan suhu yang cepat, tahan terhadap tekanan panas, mampu menahan tekanan dari cairan dan uap air, memiliki masa pakai yang panjang, serta daya tahan terhadap korosi. Semua ini bertujuan untuk menjaga kinerja dan keamanan kondensor dalam pengoperasian yang berkelanjutan.

2) *Hotwell*

Hotwell adalah tangki yang berada di bawah kondensir yang mempunyai fungsi sebagai penampung air kondensat (*condensate water*).

3) *Water Chambers*

Water chambers mempunyai fungsi untuk menurunkan suhu uap air yang telah melewati pipa kondensor. Dalam *water chambers* ini, air laut atau air pendingin lainnya mengalir, dan proses ini membantu mengurangi suhu uap air yang terkondensasi. Hasilnya, uap air ini mengalami perubahan fase menjadi air kondensasi yang lebih dingin.

6. Pengertian Vakum

Kata "vakum" berasal dari bahasa Latin "vacuo", yang berarti "kosong". Pada kenyataannya, tidak ada ruang yang benar-benar kosong di alam atau tidak ada kondisi vakum yang sempurna (ideal). Jadi, vakum adalah kondisi ruangan yang sebagian udara dan gas lainnya telah dihilangkan sehingga tekanan di dalam ruangan lebih rendah dari tekanan atmosfer, dengan kata lain vakum berarti ruangan yang mengandung massa jenis gas (partikel, atom, dan molekul). atau tekanan gas lebih rendah dari tekanan atmosfer. Dengan demikian, kondisi vakum adalah kondisi dimana tekanan gas di dalam ruangan berada di bawah tekanan atmosfer Suprpto et al., (2019).

Pengukuran dilakukan menggunakan satuan mmHg atau unit pengukuran lainnya. Tekanan diukur dalam keadaan mutlak atau absolute, dan ada juga

yang menggambarannya dalam bentuk persentase hitungan. Dalam konteks ini, terdapat vakum pump yang berperan menciptakan tekanan vakum di dalam kondensor utama. Prosesnya melibatkan penghisapan udara dan uap bekas yang tidak dapat dikondensasi.

a. Istilah dalam kevakuman

Pada instalasi turbin uap utama di kapal LNG Singapore Energy , penurunan kevakuman pada kondensor utama terdapat beberapa definisi atau istilah yang berhubungan dengan kevakuman kondensor antara lain:

1) *Circulating water*

Circulating water merujuk pada air laut yang digunakan sebagai media untuk mendinginkan kondensor utama. Air laut ini dialirkan menuju kondensor melalui penggunaan *circulating pump*, yang merupakan suatu pompa khusus yang mampu mengalirkan air laut dengan kapasitas yang sesuai. Proses ini mengarahkan air laut langsung ke dalam kondensor. Pada saat kapal berlayar di laut lepas, peralatan bernama scoop berfungsi dengan menggunakan kecepatan kapal. Air laut pendingin mengalir ke kondensor secara langsung melalui area terbuka yang terletak di bagian bawah kapal.

Pada saat praktik di kapal penulis kenyataan yang terjadi air laut yang diambil dari seachest dialirkan ke dalam sistem yang disebut *Marine Growth Prevention System* atau *MGPS*. Fungsi utama *MGPS* adalah untuk menghilangkan atau membunuh organisme laut seperti binatang

atau tumbuhan yang masuk ke dalam kapal. Selain itu, *MGPS* juga memiliki peran sebagai metode anti korosi dengan cara mengembalikan air laut yang telah diolah kembali ke dalam kapal.

2) *Condensate system*

Condensate system merupakan suatu rangkaian sistem yang bertugas mengalirkan air condensate untuk diubah menjadi air yang akan mengisi bagian *dearator* dengan menggunakan *condensate water pump*, kemudian akan digunakan sebagai pasokan air untuk mengisi boiler melalui sistem *feed water*.

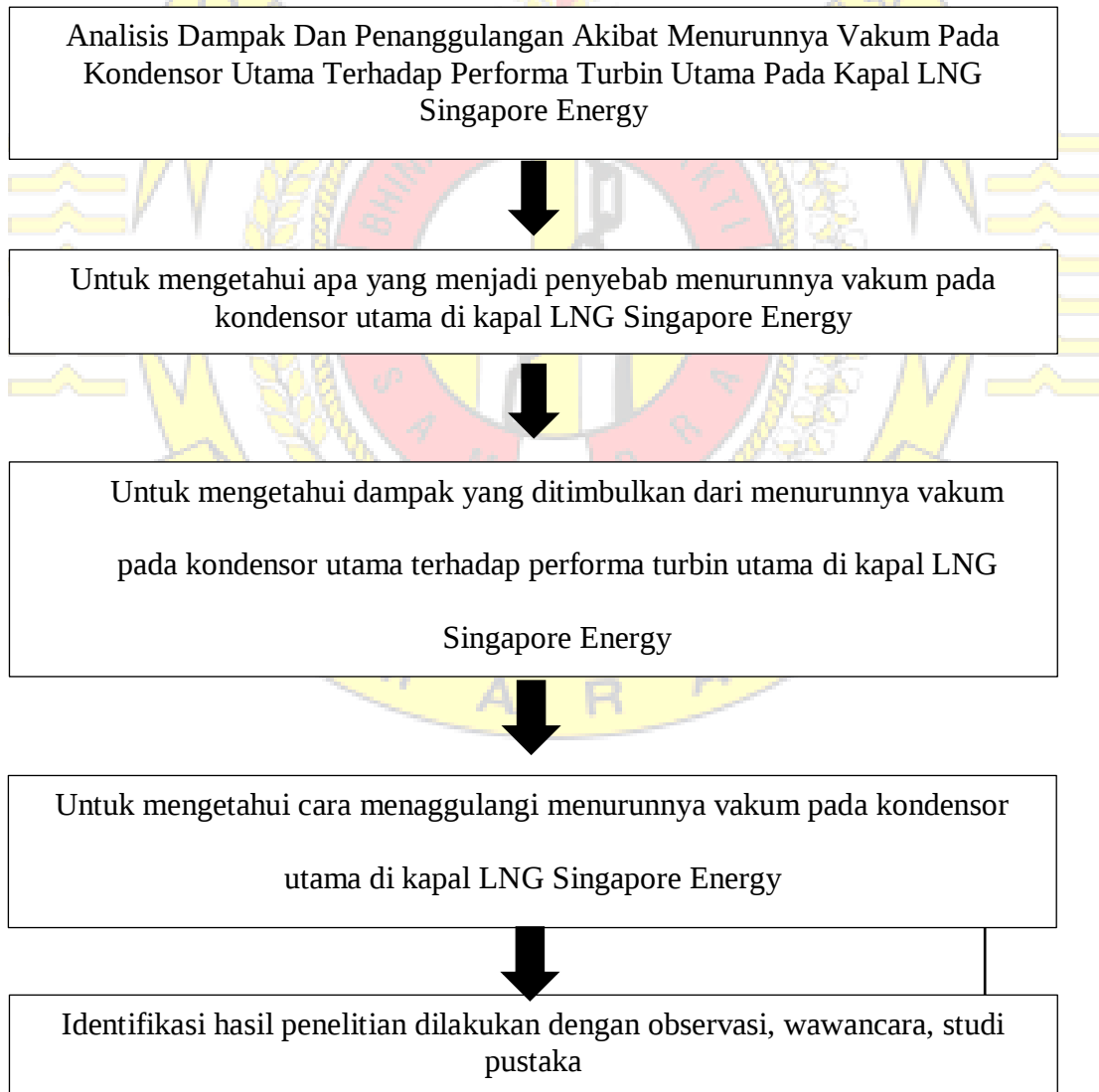
7. *Liquefied Natural Gas (LNG)*

LNG adalah gas alam yang telah diubah menjadi bentuk cair dengan mengkonsentrasikannya pada suhu rendah sekitar -161°C . Proses ini mengakibatkan penurunan volume gas alam hingga sekitar $1/600$ dari volumenya dalam bentuk gas. Hasilnya, gas alam dalam bentuk cair ini dapat dikenal sebagai Natural gas cair, .Pemanfaatan dari *LNG* sangat luas. Ini termasuk penggunaan *LNG* sebagai sumber energi dalam berbagai sektor. Di sektor transportasi, *LNG* digunakan sebagai bahan bakar untuk kendaraan yang menggunakan mesin pembakaran internal. Penggunaan *LNG* dalam transportasi ini dianggap lebih ramah lingkungan karena menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil konvensional. Secara keseluruhan, konversi gas alam menjadi bentuk cair *LNG* memungkinkan

transportasi dan penyimpanan yang lebih efisien, serta memperluas potensi pemanfaatan gas alam dalam berbagai bidang.

B. Kerangka Penelitian

Penelitian ini memiliki pembahasan mengenai analisis dampak dan penanggulangan menurunnya vakum pada kondensor utama terhadap performa turbin utama. Berikut kerangka berpikir yang disusun oleh penulis agar memudahkan dalam membaca permasalahan penelitian ini:





Penelitian dilakukan dengan menggunakan analisa yang telah di tentukan



Hasil dari penelitian penyebab, dampak dan cara menanggulangi penurunan
kevakuman kondensor utama di kapal LNG Singapore Energy

Gambar 2.1 Kerangka pikir penelitian

Sumber: Data Pribadi



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan analisis penyebab permasalahan dalam skripsi ini, penulis menyusun pemecahan masalah untuk mengatasi masalah tersebut. Selanjutnya, dibuat kesimpulan yang bertujuan memberikan masukan dan manfaat bagi *crew* kapal, dengan merujuk pada hasil penelitian dan pembahasan yang menggunakan metode dari *Fishbone*. Sebagai bagian terakhir dari hasil penelitian ini, peneliti memberikan kesimpulan dan saran yang berhubungan dengan masalah yang ada pada skripsi ini, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk menentukan faktor-faktor yang menjadi penyebab menurunnya kevakuman pada kondensor utama terhadap performa turbin utama di kapal LNG Singapore Energy yang disebabkan oleh adanya endapan lumpur dan kotoran rumput laut/*seaweed* pada kondensor, tidak berfungsinya *vacuum pump* dan prosedur perawatan yang belum optimal.
2. Dampak yang ditimbulkan dari penurunan kevakuman pada kondensor utama di kapal LNG Singapore Energy adalah Daya dari turbin uap menurun karena terdapat *back pressure* di dalam kondensor, menurunnya kapasitas dari *steam dumping*, kenaikan suhu di dalam kondensor utama dan penurunan kapasitas kelistrikan di seluruh sistem.

3. Cara untuk menanggulangi penurunan kevakuman pada kondensor utama sehingga turbin uap dapat beroperasi secara maksimal, yaitu dengan cara melakukan pembersihan pipa-pipa kondensor, melakukan overhaul pada *vacuum pump*, membuat *record* ketika sudah selesai melakukan pekerjaan.

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan penelitian yang sudah peneliti lakukan di kapal LNG Singapore Energy, beberapa keterbatasan yang ditemukan dalam penelitian ini dapat menyebabkan gangguan dan mengurangi hasil penelitian menjadi kurang optimal. Keterbatasan-keterbatasan ini dapat menjadi sumber referensi dan informasi bagi penelitian yang akan datang. Beberapa hal yang termasuk dalam keterbatasan ini melibatkan:

1. Keterbatasan pada data penelitian muncul karena keterbatasan dalam jumlah dan kualitas data yang dapat diakses terkait dengan pembahasan mengenai penurunan vakum pada kondensor. Hal ini menyebabkan kurangnya kelengkapan dalam penelitian dan mengakibatkan penelitian ini belum maksimal.
2. Keterbatasan cakupan terjadi karena penelitian ini hanya dilakukan pada satu lokasi, sehingga hasilnya tidak dapat mencakup area yang lebih luas atau beragam.

C. Saran

Berdasarkan temuan dari penelitian, penulis memberikan saran untuk permasalahan menurunnya vakum pada kondensor utama guna memastikan kinerja

dari turbin uap utama berjalan dengan baik. Beberapa saran untuk mengatasi permasalahan antara lain:

1. *Crew* kapal sebaiknya mengetahui faktor-faktor yang dapat menyebabkan kondensor utama mengalami penurunan kevakuman *crew* kapal dapat dengan cepat mengatasinya sesuai prosedur yang ada.
2. *Crew* di atas kapal diharapkan memahami konsekuensi dari penurunan kevakuman, karena dapat mengakibatkan penurunan kinerja turbin uap dan berpotensi mengganggu operasional kapal.
3. *Crew* di atas kapal diharapkan mengetahui bagaimana cara menanggulangnya dengan benar dan sesuai prosedur karena kondensor utama termasuk ruangan tertutup atau *enclose space area* dan termasuk pekerjaan yang membutuhkan ijin dan *toolbox talk* sebelum memulai pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S. J. (2022). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 974–980. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v6i1.3394>
- Hendri, Suhengki, & Lubis, A. F. (2018). Pengaruh Fouling Terhadap Laju Perpindahan Panas. *Jurnal Power Plat*, 6(1), 48–57.
- Khairunnisa. (2019). Dampak Pola Komunikasi Awkarin melalui Vlog Karin Novilda terhadap Perilaku Mahasiswa Fakultas Dakwah dan Komunikasi. *UIN Raden Fatah Palembang*, 25.
- Komputer, J. I., & Jikem, M. (2023). *Jurnal Ilmu Komputer, Ekonomi dan Manajemen (JIKEM)*. 3(2), 3227–3236.
- Maulida. (2020). Teknik Pengumpulan Data Dalam Metodologi Penelitian
- Margono, H. N. F., Ariana, I. M., & Cahyono, B. (2021). Kajian Kelayakan Pemilihan Teknologi Reliquefaction Plant atau MSO Compressor Sebagai Alternatif Pemanfaatan Boil Off Gas (BOG) Pada FSRU 170.000 m³. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.56938>
- Mekarisce, A. A. (2020). Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data pada Penelitian Kualitatif di Bidang Kesehatan Masyarakat. *JURNAL ILMIAH KESEHATAN MASYARAKAT: Media Komunikasi Komunitas Kesehatan Masyarakat*, 12(3), 145–151. <https://doi.org/10.52022/jikm.v12i3.102>
- Puspitasari, N., & Rahmawati, F. (2020). Proses Penanganan Bongkar Muat

- Equipment Dengan Double Crane Pada PT. Samudra Indah Sejahtera Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Muara: Jurnal Manajemen Pelayaran Nasional*, 3(1), 32–38.
- Ridwan, M., Yuherlina, R., & Putra, D. A. (2020). Analisa dan Penanganan Terjadinya Penurunan Kevakuman pada Kondensor Utama Terhadap Kinerja Turbin Uap Di Kapal LNG. *Prosiding Seminar Pelayaran Dan Teknologi Terapan*, 2(1), 130–139. <https://doi.org/10.36101/pcsa.v2i1.134>
- Suprpto, S., Tenaga, B., & Nasional, N. (2019). *Teknologi vakum* (Issue November).
- Susanto, D., Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data Dalam Penelitian Ilmiah. *Jurnal QOSIM: Jurnal Pendidikan, Sosial & Humaniora*, 1(1), 53–61. <https://doi.org/10.61104/jq.v1i1.60>
- Sugiyono, (2018). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono, (2020). Metode Penelitian Kualitatif. Bandung: Alfabeta.
- Tjahjono, E. B., Hernst Lontoh, P. Z., & Suhartini, S. (2022). Analisis Penanganan Pemuatan LNG Di Atas Kapal PGN FSRU Lampung Untuk Mencegah Kecelakaan Di Atas Kapal. *Meteor STIP Marunda*, 15(2), 368–375. <https://doi.org/10.36101/msm.v15i2.248>
- Widyahening, C. E. (2018). Penggunaan Teknik Pembelajaran Fishbone Diagram Dalam Meningkatkan Keterampilan Membaca Siswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(1), 11. <https://doi.org/10.32585/jkp.v2i1.59>
- Wisnaningsih, W. (2019). Perencanaan Turbin Uap Penggerak Generator Dengan

Daya 100 Mw Pada 3000 Rpm. *Teknika Sains : Jurnal Ilmu Teknik*, 4(1), 33–40.

<https://doi.org/10.24967/teksis.v4i1.637>

Zakaria, T., & Suryaman, T. (2020). Analisa Kerusakan Kondensor Unit 1- 4 Pltu -

Xyz Banten (an Engineering Report Case Study). *Jurnal Intent: Jurnal Industri*

Dan Teknologi Terpadu, 3(2), 111–121. <https://doi.org/10.47080/intent.v3i2.957>



LAMPIRAN

Lampiran 1. Transkrip Wawancara

1. Wawancara 1 dengan KKM

Peneliti : “*Chief*, mohon izin bertanya mengapa kondensor utama harus selalu dalam keadaan vakum?”

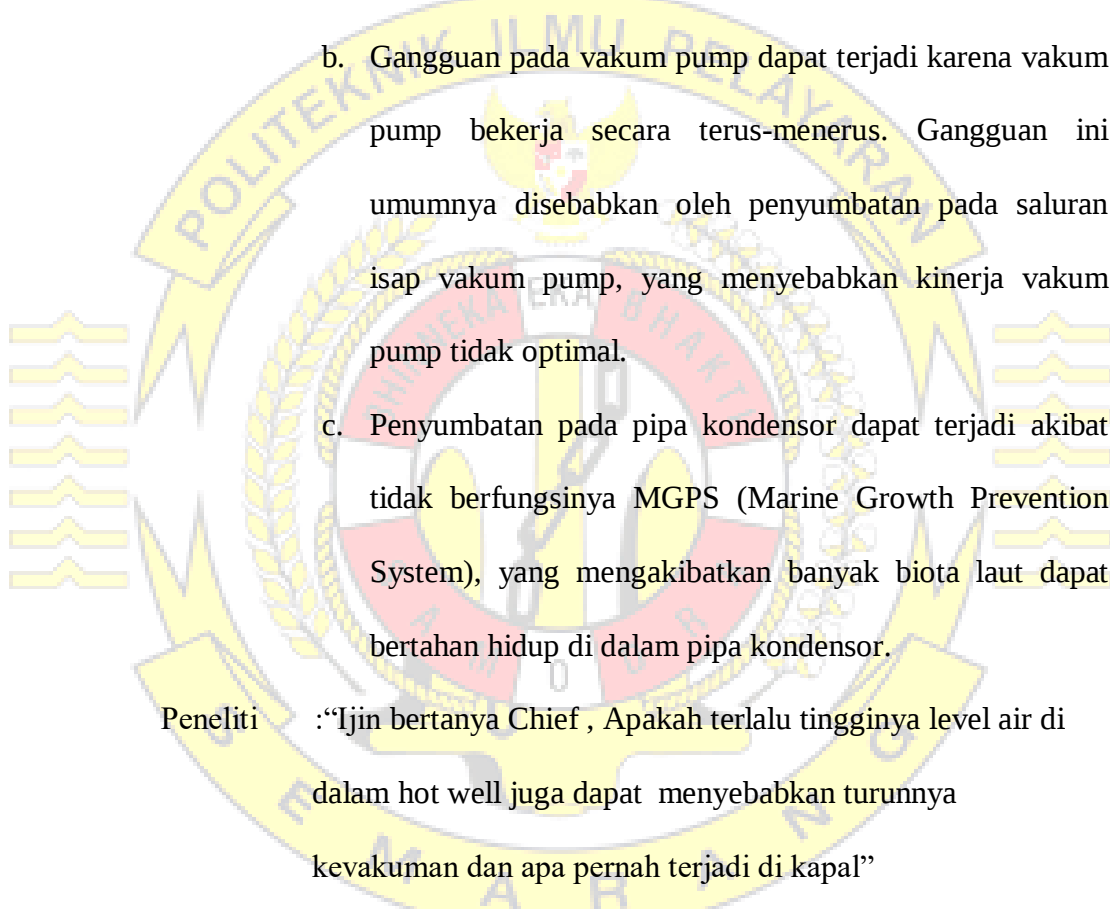
KKM : Kondensor utama harus dalam keadaan vakum karena untuk mempermudah proses kondensasi di dalam kondensor, apabila kita kehilangan vakum di dalam kondensor maka akan mempengaruhi kinerja dari turbin utama.

Peneliti : “Izin bertanya *Chief* untuk vakum pump sendiri apakah sebenarnya fungsi dari vakum pump?”

KKM : orang-orang biasaya menyebutkan vakum pump berfungsi untuk membuat vakum di dalam kondensor tapi sebenarnya fungsi dari vakum pump hanya untuk menyerap gas-gas yang tidak bisa dikondensasikan saja atau menyerap uap bekas yang tidak dapat dikondensasikan.

Peneliti : “Izin bertanya *Chief* mengapa vakum kondensor bisa menurun?”

KKM : Karena kemungkinan terjadi kebocoran udara yang masuk ke dalam sistem misalnya yang pernah terjadi dikapal yaitu:

- 
- a. kalau sambungan pipa yang terhubung dengan kondensor kurang rapat, hal ini dapat menyebabkan penurunan tekanan vakum di dalam kondensor. Oleh karena itu, kita harus melakukan pengecekan dan pengencangan pada baut-baut yang mungkin kendur pada sambungan tersebut.
 - b. Gangguan pada vakum pump dapat terjadi karena vakum pump bekerja secara terus-menerus. Gangguan ini umumnya disebabkan oleh penyumbatan pada saluran isap vakum pump, yang menyebabkan kinerja vakum pump tidak optimal.
 - c. Penyumbatan pada pipa kondensor dapat terjadi akibat tidak berfungsinya MGPS (Marine Growth Prevention System), yang mengakibatkan banyak biota laut dapat bertahan hidup di dalam pipa kondensor.

Peneliti : “Ijin bertanya Chief , Apakah terlalu tingginya level air di dalam hot well juga dapat menyebabkan turunnya kevakuman dan apa pernah terjadi di kapal”

KKM : “Ya, level air yang tinggi dalam *hotwell* bisa menyebabkan penurunan vakum, namun sampai sekarang , kejadian tersebut belum pernah terjadi selama saya di kapal ini.

Peneliti : “Mohon ijin bertanya Chief apakah dampak yang di
timbulkan jika kondensor mengalami penurunan
kevakuman.

KKM : “Banyak det dampak yang di timbulkan jika kondensor
mengalami penurunan kevakuman contohnya:

- a. Daya dari turbin uap berkurang
- b. Dumping dari steam berkurang

Peneliti : “Ijin bertanya Chief untuk menanggulangi turunnya vakum
kondensor bagaimana Chief ?

KKM : “Untuk menanggulangnya kita bisa membersihkan pipa pipa
di dalam kondensor dan menjaga supaya tidak ada kebocoran
di kondensor

Peneliti : “Terima kasih banyak Chief atas waktunya sudah mau
menjawab semua pertanyaan saya”

KKM :” Sama-sama det”

2. Wawancara ke 2 dengan Masinis 2

Peneliti :”Ijin bertanya bass, mengapa kondensor utama harus selalu
dalam keadaan vakum?”

Masinis 2 :”Jadi det kenapa kondensor itu harus selalu vakum karena jika
kondensor tidak vakum itu memengaruhi proses kondensasi,
”

Peneliti : "Mohon ijin bertanya Bass, faktor apa saja yang dapat menyebabkan turunnya kevakuman pada kondensor jika proses kondensasi terganggu ya boiler akan kekurangan supply air dan daya dari boiler atau steam pressure akan berkurang?"

Masinis 2 : "Faktor yang biasanya menjadi penyebab tersumbatnya pipa-pipa bisa terjadi antara kondisi dari lautan itu sendiri atau itu adalah telatnya jadwal pembersihan dari kondensor

Peneliti : "Mohon ijin bertanya Bass, apa dampak yang ditimbulkan dari faktor tersebut?"

Masinis 2 : "Dampak yang ditimbulkan dari faktor itu adalah biasanya daya dari turbin uap berkurang, serta daya kelistrikan dari kapal akan berkurang karena rpm dari turbin uap akan berkurang.

Peneliti: "Bass ijin bertanya Bagaimana caranya mengangguni penurunan kevakuman dari kondensor tersebut

Masinis 2: "Cara menanggulangnya adalah kita harus membersihkan pipa pipa kondensor dari scale dan juga kita pastikan kondisi dari vacuum pump selalu dalam keadaan yang baik".

Peneliti : "Terimakasih banyak bass atas waktunya"

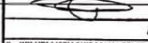
Masinis 2: "Sama-sama det"

Lampiran 2

CREW LIST (IMO FAL Form 5)													
1.1. Name of ship SINGAPORE ENERGY				X Arrival		Departure		1 Page number					
1.3 Call sign VZEKS				1.2 IMO number 9238040		1.4 Voyage number SIGY0198							
2. Port of Arrival IDKU, EGYPT				3. Date of Arrival 9/Nov/2022		5. Last port of call Gibraltar							
4. Flag State of ship MARSHALL ISLANDS													
6. No.	7. Family name, given names Name as per passport	8. Rank or Rating	10. Gender	11. Nationality	12. Date and place of birth	13. Nature of Traveling Document Nature Number Expiry Date		14. Place and date of Embarkation					
1	KIM, CHINSOP	MASTER	MALE	SOUTH KOREA	29/Aug/1972	DMEGU	PASSPORT	M283F4787	2/Mar/2032 Kingston 26-Sep-2022				
2	MAHALINGAM, THIVIAN	CHIEF OFFICER	MALE	MALAYSIAN	16/Sep/1988	HELAKA	PASSPORT	A54344882	30/Jul/2025 Cristobal 18-Aug-2022				
3	HETTIRACHCHIGE DON, KASUN PULASTHIKA	2ND OFFICER	MALE	SRI LANKAN	09/Feb/1986	COLOMBO	PASSPORT	N5137311	14/Mar/2024 Cristobal 9-Aug-2022				
4	RADMAN, IVAN	3RD OFFICER	MALE	CROATIAN	11/Apr/1994	SPLIT	PASSPORT	235453641	6/Jun/2028 Kingston 29-Sep-2022				
5	SUNDER, RAJAT	3RD OFFICER	MALE	INDIAN	24/Oct/1995	DELHI	PASSPORT	M0259528	23/Jul/2024 Cape Town 25-Jan-2022				
6	SILVARAJOO, SHARVIN	DECK CADET	MALE	MALAYSIAN	11/Apr/2000	PERAK	PASSPORT	A5403558	1/Sep/2027 Kingston 28-Sep-2022				
7	CHOI, TAE EUN	CHIEF ENGINEER	MALE	SOUTH KOREA	07/Oct/1956	USAN	PASSPORT	M10925755	17/Jun/2032 Cristobal 6-Jun-2022				
8	S MAGENDRAN, SARAVANA KUMAR	3RD ENGINEER	MALE	MALAYSIAN	30/Jul/1992	PERAK	PASSPORT	A55062080	21/Aug/2026 Balboa 15-Apr-2022				
9	RAMANUNJAM, RAM	3RD ENGINEER	MALE	MALAYSIAN	17/May/1992	KOHOR	PASSPORT	A54916508	30/Dec/2026 Cristobal 9-Aug-2022				
10	MEACRUZ, CALVIN RASCO	4TH ENGINEER	MALE	FILIPINO	08/Aug/1997	DAET CAM NO	PASSPORT	P38633478	15/Nov/2029 Cristobal 9-Aug-2022				
11	SETIAWAN, ANGGA	ENGINE CADET	MALE	INDONESIAN	24/Apr/2000	BOYDALI	PASSPORT	C7541997	26/Apr/2026 Point Fortin 12-Jan-2022				
12	AZMAN, MUHAMMAD ASHRAF BIN	ETO	MALE	MALAYSIAN	20/Feb/1994	KELANTAN	PASSPORT	A54699490	26/Nov/2025 Cristobal 8-Sep-2022				
13	HO-HO FADZI, MUJI, MUHAMMAD FIRDAUS BIN	GAS (CARGO) ENGINEER	MALE	MALAYSIAN	08/Aug/1991	KEDAH	PASSPORT	A51518877	22/Apr/2024 Cristobal 9-Aug-2022				
14	KUTTIYAL, RAMU	BOSUN	MALE	INDIAN	05/May/1980	KERALA	PASSPORT	T3423188	23/Apr/2029 Balboa 15-Apr-2022				
15	DEL DESTI, HECTOR JR GLOPEZ	ABLE-BODIED SEAMAN	MALE	FILIPINO	22/Apr/1984	TACUACHOS SULTAN KUDARAT	PASSPORT	P30726488	11/Oct/2029 Cristobal 9-Aug-2022				
16	DOCHIMAR, BENLY PATRICIA	ABLE-BODIED SEAMAN	MALE	FILIPINO	30/Aug/1991	CAGAYAN DE ORO	PASSPORT	P8236876A	5/Aug/2028 Cristobal 9-Aug-2022				
17	GONZALES, RIC DIONISAY	ABLE-BODIED SEAMAN	MALE	FILIPINO	09/Dan/1972	DEPOLOG CITY	PASSPORT	P8705883A	10/Sep/2028 Kingston 29-Sep-2022				
18	DSOUZA DALIN DARRY	ORDINARY SEAMAN	MALE	INDIAN	17/Aug/1958	MUMBAI, MAHARASHTRA	PASSPORT	S7531883	6/Sep/2028 Cristobal 18-Aug-2022				
19	DE ABIS, YUL BRIAN DAYO	ORDINARY SEAMAN	MALE	FILIPINO	17/Apr/1995	TAYABAS QUEZON	PASSPORT	P0303137B	17/Jun/2029 Point Fortin 12-Jan-2022				
20	DOMINAVELA, MUDAL, MUBHAM HERATH MUDIYANSEL	FITTER (GAS)	MALE	SRI LANKAN	29/Aug/1967	MATALE	PASSPORT	N8490133	6/Sep/2029 Cristobal 18-Aug-2022				
21	SULTAN, SHAHUL, HAMEED	FITTER (ENGINE)	MALE	INDIAN	20/May/1975	MANGALURU, KERALA	PASSPORT	Z6308285	8/Nov/2031 Balboa 15-Apr-2022				
22	LALDO, MARK ERICSON CASTLEO	MOTORMAN	MALE	FILIPINO	08/Mar/1987	LIPA CITY	PASSPORT	P7079594B	30/Jun/2031 Balboa 15-Apr-2022				
23	FERNADES, LUCIANO	MOTORMAN	MALE	INDIAN	16/Aug/1965	MARAGO, GOA	PASSPORT	59339300	16/Jun/2029 Balboa 15-Apr-2022				
24	OSSMAN, MOHAMED ROSHAN AQIB	MOTORMAN	MALE	SRI LANKAN	31/Mar/1986	RAGAMA	PASSPORT	N7138629	3/Aug/2027 Kingston 29-Sep-2022				
25	COLARTE, ARNOLD VELASQUEZ	WIPER	MALE	FILIPINO	22/Jun/1990	SAN FRANCISCO CEBU	PASSPORT	P5724441A	22/Jun/2028 Balboa 15-Apr-2022				
26	SHAMSUDIN, MUHAMMAD FAIZUL BIN	CHIEF COOK	MALE	MALAYSIAN	26/Aug/1993	KELANTAN	PASSPORT	A53504740	3/Dec/2025 Cristobal 9-Aug-2022				
27	CACALDA, SONNY JR BAGUN	2ND COOK	MALE	FILIPINO	12/May/1990	LUMBAN LAGUNA	PASSPORT	P6076167B	12/Jun/2031 Cristobal 18-Aug-2022				
28	MOHD KHAL, MUHAMMAD ZULHILMI BIN	MESSMAN	MALE	MALAYSIAN	18/Jun/1992	KUALA LUMPUR	PASSPORT	A54808193	23/Mar/2026 Cristobal 9-Aug-2022				

KIM, CHINSOP
MASTER

SINGAPORE ENERGY



Master
For WILHELMSEN SHIP MANAGEMENT Sdn. Bhd.
KUALA LUMPUR for and on behalf of
OWNERS or AGENTS only.

Gambar Crew list kapal LNG Singapore Energy

Lampiran 3

		LNG/C SINGAPORE ENERGY - PARTICULARS	
Name of Vessel	Singapore Energy	Call Sign	V7EK6
Port of Registry	Majuro, Marshall Islands	Official Number	7985
Call Sign	V7EK6	Iridium	
Official Number	7985	V-Sat	Ship's Office: +65 315 864 10 / Bridge: +60 292 121 348
IMO Number	9238040	Inmarsat C Bridge	453 845 854
M.M.S.I.	538 007 985	Inmarsat C Bridge	453 845 855
Hull Number	1381	Email	master.singaporeenergy@ship.wilhelmsen.com
Builder	Samsung Heavy Industries, S. Korea	Keel Laid	10-12-2001
Class	Bureau Veritas	Delivered	29-03-2003
Cargo Containment	Technigaz GTT Mark 3 Membrane x 4	Last Docking	28-01-2018
Gross Tonnage	93,498	Net Tonnage	28,049
Lightship	29,937 mt	Deadweight	75059 mt
L.O.A.	278.8 m	L.B.P.	266.00 m
Breadth Moulded	42.6 m	Depth Moulded	26.00 m
Keel to top of mast	55.65m	T.P.C. / F.W.A.	98.4 / 266mm
Suez Canal GRT	GRT 95543.73, NRT 84726.23	Panama	M3 302441, NRT 91746
Main Engine	KHI Steam Turbine AU-400	Propeller	1 x 6 Bladed, Right Hand 8.25m dia 0.88m pitch
Motive Power	39,500 SHP at 90 RPM	Propeller Immersed	8.85 metres minimum
Diesel generator power	3,450 KW	Cargo Capacity 100%	138,256 m3
Turbo generator 1	3,450 KW	Cargo Capacity	136,212 m3
Turbo generator 2	3,450 KW	CTK min. temperature	-163°C
Full speed	20.21 kts	CTK MARVS	0.25 Bar
Anchors (Two)	12.7 Tns AC-14, Port: 14 shackles, Stbd: 14	Em. Towing Arr.	Smit 200t SWL 76mm chain
Windlass / Windlass	Two, 2 hyd pumps. 95 t (9 m/min)	Cargo Pumps x 8	Single stage 1700cu at 145mth
Winches / Winch Power	Kocks E/H Fwd 9 / Aft 11	Ballast Pumps x 3	Vertical centrifugal 3000m3 at 50mth
Winches power	30 t (15m/min)	Spray Pumps x 4	Submerged 2 stage, 50cu at 145mth
Brake	Gypsy 318 mt Winch 100 mt	Guaranteed Boil Off	0.15% p/day
VLSFO 95%	5725.5 MT 6026.8 m3	Hose Handling Cranes	SWL 10 mt @ 25 metre E/H
LSMGO 95%	1227.8 MT 1742.0 m3	manifold to Drip Tray	SWL P5 S10 mt @ 18 metre E/H
Fresh Water Capacity	300/330 m3 120 p/d flash gen	Bow Thruster	KHI 2,500 kw / Thrust 36.5 mt
Ballast Capacity	55,676 mt	Steering Gear	SHI / Hatlapa 3 pumps
Nitrogen Generation	2 x 90 Ncu/m at 800kPa	LNG S.G.	0.475
Bow to Manifold Center	139.6 m	Bridge to Bow	218.8 m
Stern to Manifold	139.2 m	Bridge to Stern	59.96 m
Manifold to Rail	3.5 m	Bridge to Manifold	79.3m
Manifold to Upp Deck	4.8 m	Centre to Centre	3 m
Keel to Manifold	30.9 m	Manifold to Drip Tray	0.96 m
Parallel Mid Length	Loaded 142m Ballast 135.4m	Number & Size	L x 4 16" V x 1 16"
Air Draft at Summer	43.56 m	Spacers - Material	Cryogenic Stainless Steel
Registered owner - Full style	Singapore Energy 1 S.A. Trust Company Complex, Ajeltake Road, Ajeltake Island, Majuro, Republic of Marshall Islands MH 96960		
Manager / Technical Operator	Wilhelmsen Ship Management Sdn 18th Floor, 1 Sentral, Jalan Rakyat, Kuala Lumpur Sentral 50470 Kuala Lumpur, Malaysia Tel: +60 3 2084 5601		
P & I Club	Japan P&I		
Qualified individual (QI)	O'Brien's Oil Pollution Service Tel (24 hr): +1-281-606-4818 / +1-985-781-0804 (Alternate)		

Primary Measurement	Draft Meters	Freeboard Meters	Displacement Metric Tonnes	Deadweight Metric Tonnes
Tropical FW	9.810	12.607	107,436	77513
Fresh Water	10.016	12.356	105,005	75082
Tropical Summer	10.076	12.341	107,481	77558
Winter	10.327	12.090	104,996	75074
Ballast	10.578	11.839	102,543	72620
Lightship	9.946	12.471	84,355	54433
	3.946	18.471	29,923	

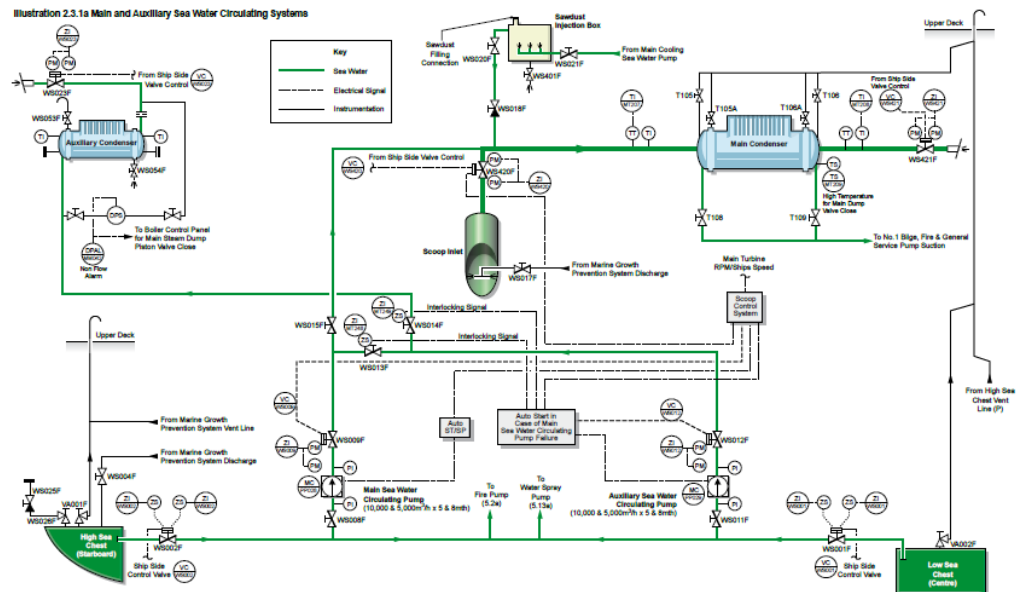
Gambar Ship's particulars kapal LNG Singapore Energy

Lampiran 4



Gambar Masinis 3 mengecek kondisi dari kondensor

Lampiran 5



Gambar *Piping diagram sea water system*

Lampiran 6

Main Steam Turbine	
Maker:	Kawasaki Heavy Industries
Type:	AU - 400 Cross compound impulse 10 stage HP turbine, 8 stage LP turbine with 2 stage astern turbine located in LP turbine exhaust
Output:	39,500PS (29,050kW) at MCR 33,580PS (24,700kW) at NCR
HP turbine speed:	5,075 rpm at MCR
LP turbine speed:	3,350 rpm at MCR
Propeller speed:	90 rpm at MCR / 85.3rpm at NCR
Steam condition:	5.733MPa and superheated at 520°C
Direction of rotation:	Clockwise, looking from aft
Astern maximum continuous speed:	63 rpm (not to exceed two hours)
Critical speed:	72 rpm
Steam bleed off:	HP: HP turbine 5th stage IP: Crossover pipe LP: LP turbine 3rd stage
Main Gearing	
Type:	Tandem articulated, double reduction, double helical
Main Condenser	
Maker:	Kawasaki Heavy Industries
Main condenser:	Single pass surface cooling with dump steam chamber
Cooling surface:	3,710m ²
Tube size:	Diameter 19mm, thickness 0.7mm
Condenser vacuum:	722mm Hg, 5.07kPa at a sea temperature of 27°C
Scoop System	
Maker:	Omnical Marine Boilers
Sea water flow:	205,000m ³ /h at 100% MCR
Scoop inlet diameter:	1,800mm
Scoop outlet diameter:	1,800mm

Gambar Spesifikasi turbin uap dan kondensor utama

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Angga Setiawan
2. NIT : 561911237329 T
3. Tempat/ tanggal lahir : Boyolali, 24 April 2000
4. Agama : Islam
5. Alamat : Kemanggisan Grogol , Jakarta Barat
6. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Imam Taupik Tohir
 - b. Ibu : Martini
7. Riwayat Pendidikan
 - a. SD N PALMERAH 01 : 2006-2012
 - b. SMPN 16 JAKARTA : 2012-2015
 - c. SMK N 35 JAKARTA : 2015-2018
 - d. D IV PIP SEMARANG: 2019-2023
8. Pengalaman Prala
 - a. Nama Kapal : LNG Singapore Energy
 - b. Perusahaan : PT. Equinox Bahari Utama (Wilhelmsen)
 - c. Jenis Kapal : GAS TANKER
 - d. Rute Pelayaran : Internasional