



ANALISIS PENURUNAN TEMPERATUR PRODUKSI

COMPRESSED NATURAL GAS PADA SKID

REGASIFICATION UNIT DI FSRU (FLOATING STORAGE

REGASIFICATION UNIT) NUSANTARA REGAS SATU

SKRIPSI

Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada

Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Oleh

RIZQI SAIFUDDIN PRATAMA

NIT. 531611206126 T

PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG

TAHUN 2021

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Analisis Penurunan Temperatur Produksi
Compressed Natural Gas Pada *Skid Regasification Unit* di FSRU (*Floating
Storage Regasification Unit*) Nusantara Regas Satu” karya,

Nama : RIZQI SAIFUDDIN PRATAMA

NIT : 531611206126 T

Program Studi : TEKNIKA

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika,
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari....., tanggal.....

Semarang,

2021

Panitia Ujian

Penguji I

Penguji II

Penguji III


BUDI JOKO RAHARJO, M.M., M.Mar.E

Pembina (IV/A)

NIP. 19740321 199808 1 001


H. MUSTHOLIQ, M.M., M.Mar.E

Pembina (IV/A)

NIP. 19650320 199303 1 002


PURWANTONO, S.Psi., M.Pd

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19661015 199703 1 002

Mengetahui

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang


Dr. Capt. MASHUDI ROFIK, M.Sc

Pembina Tk. I (IV/b)

NIP. 19670605 199808 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS PENURUNAN TEMPERATUR PRODUKSI *COMPRESSED* *NATURAL GAS* PADA *SKID REGASIFICATION UNIT* DI FSRU (*FLOATING SORAGE REGASIFICATION UNIT*) NUSANTARA REGAS SATU

DISUSUN OLEH:

RIZQI SAIFUDDIN PRATAMA

NIT. 531611206126 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan didepan
Dewan Penguji Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
Semarang,2021

Dosen Pembimbing I
Materi

Dosen Pembimbing II
Metodologi dan Penulisan

Drs. EDY WARSOPURNOMO, M.M., M.Mar.E

Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19560106 198203 1 001

MOH. ZAENAL ARIFFIN, S.ST., M.M

Penata (III/c)
NIP. 19760309 201012 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknika

H.AMAD NARTO, M.Mar.E., M.Pd

Pembina (IV/a)
NIP:19641212 199808 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIZQI SAIFUDDIN PRATAMA
NIT : 531611206126 T
Jurusan : TEKNIKA

Skripsi dengan judul “Analisis penurunan temperatur produksi *compressed natural gas* pada *skid regasification unit* di FSRU (*Floating Storage Regasification Unit*) Nusantara Regas Satu ”.

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 etik ilmiah. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang,

2021

Yang membuat pernyataan,



RIZQI SAIFUDDIN PRATAMA

NIT. 531611206126 T

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

“Arahkan mata anda pada bintang-bintang dengan kaki tetap berpijak pada tanah.”
(Theodore Roosevelt)

“Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar. Keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha.”
(B.J. Habibie)

“Ada masa ketika kamu tidak mengetahui akan sesuatu, tetapi janganlah berkecil hati, tetap syukurilah hal itu. Karena, itu adalah kesempatan yang diberikan kepadamu untuk belajar.”
(Penulis)

PERSEMBAHAN:

1. Bapak dan Ibu tercinta, Suratman dan Indariati serta adik saya Mutiarin Dewi M dan Naya Alya yang telah memberikan semangat, cinta dan kasih sayangnya.
2. Dosen Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan.
3. Perusahaan pelayaran PT. Equinox Bahari Utama yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar secara langsung diatas kapal.

PRAKATA

Dengan memanjatkan puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT, karena atas Rahmat serta Hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul **“Analisis Penyebab Penurunan Temperatur Produksi Compressed Natural Gas Pada Skid Regasification Unit di FSRU (Floating Storage Regasification Unit) Nusantara Regas Satu”**.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program D.IV tahun ajaran 2020-2021 Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang, juga merupakan salah satu kewajiban bagi taruna yang akan lulus dengan memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr. Pel).

Penulis juga menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa adanya bantuan bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada, Yth:

1. Bapak Dr. Capt. Mashudi Rofik, M.Sc sebagai Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak H. Amad Narto, M.Mar.E, M.Pd selaku Ketua Prodi Teknika.
3. Bapak Edy Warsopurnomo, M.M., M.Mar.E selaku dosen pembimbing materi skripsi.
4. Bapak Moh. Zaenal Arifin, S.ST., M.M selaku dosen pembimbing penulisan skripsi.
5. Para dosen pengajar yang telah memberikan pengetahuan kepada penulis selama pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
6. Ibu dan bapak tercinta yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan doa.

7. Rekan-rekan taruna angk. LIII yang telah berjuang bersama.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan baik berupa material maupun spiritual sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Tiada yang dapat penulis berikan kepada beliau dan semua pihak yang telah membantu, semoga Allah melimpahkan Rahmat-Nya kepada mereka semua. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat menambah wawasan bagi penulis dan dapat bermanfaat bagi pembaca.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN HALAMAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
INTISARI.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Sistematika Penulisan.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	10
2.2. Definisi Operasional.....	23
2.3. Kerangka Pikir Penelitian	27
BAB III METODE PENELITIAN	

3.1. Pendekatan Dan Desain Penelitian.....	28
3.2. Waktu Dan Tempat Peneltian	30
3.3. Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.4. Sumber Data Penelitian.....	33
3.5. Teknik Analisis Data.....	34
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian	43
4.2. Analisis Masalah	48
4.3. Pembahasan Masalah	96
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	120
5.2. Saran.....	120
 DAFTAR PUSTAKA	
 DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
 LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Komposisi <i>LNG</i> di <i>FSRU</i> Nusantara Regas Satu	12
Tabel 2.2. Tabel Parameter <i>For Skid Regasification</i>	19
Tabel 2.3. Tabel Kelebihan dan Kekurangan <i>Plate Heat Exchanger</i>	21
Tabel 2.4. Tabel Jadwal Perawatan <i>Candle Filter</i>	23
Tabel 2.5. Tabel Jadwal Perawatan <i>Chlorination Unit</i>	25
Tabel 3.1. Simbol-simbol Hubungan <i>FTA</i>	37
Tabel 3.2. Simbol-simbol Kejadian dalam <i>FTA</i>	38
Tabel 3.3. Tabel Penentuan Prioritas Masalah Metode <i>USG</i>	41
Tabel 3.4. Tabel Kekurangan dan Kelebihan Metode <i>USG</i>	42
Tabel 4.1. Data <i>Regasification Unit</i>	45
Tabel 4.2. Tabel Jadwal Pembersihan <i>Filter Sea Chest</i>	51
Tabel 4.3. Tabel Pembersihan <i>Candle Filter</i>	53
Tabel 4.4. Tabel Perawatan <i>Skid Regasification</i> No.2	55
Tabel 4.5. Tabel Jadwal Perawatan <i>Chloropack</i>	60
Tabel 4.6. Tabel Naiknya DP Filter <i>seachest lifting pump</i>	66
Tabel 4.7. Tabel Naiknya DP <i>Candle Filter</i> No.1	70
Tabel 4.8. Temperatur Propane Pada <i>Propane Tank</i> No.2 dan 3	73
Tabel 4.9. <i>S.W Outlet Pressure From Evaporator Skid</i> No.2 dan No.3	76
Tabel 4.10. <i>Daily Check Chlorination Unit</i>	73
Tabel 4.11. <i>Differential Pressure Filter Sea Chest</i> Setelah Dibersihkan	84
Tabel 4.12. <i>Differential Pressure Candle Filter</i> Setelah Dibersihkan	86

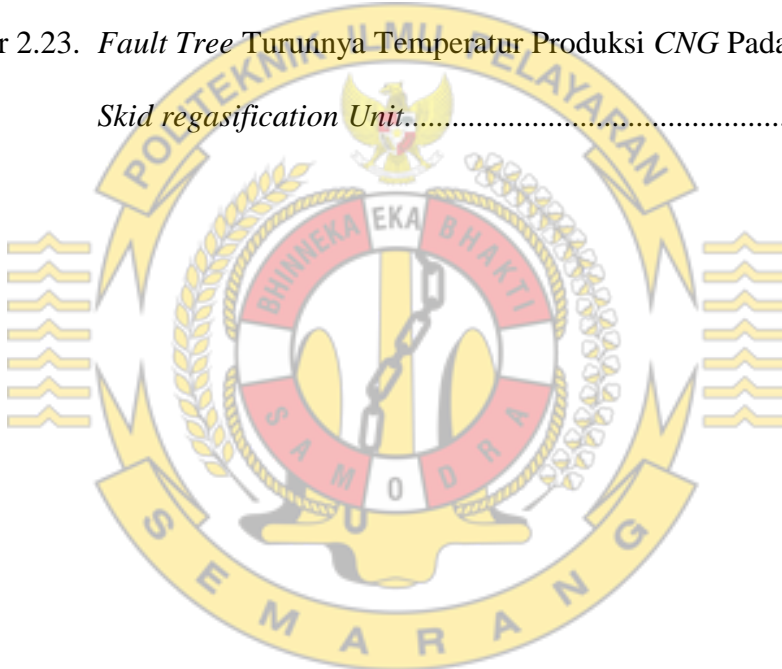
Tabel 4.13. Temperatur <i>Propane Tank</i> no.1 dan 2.....	88
Tabel 4.14. Tekanan Air Laut Keluar <i>Propane Evaporator</i> Pada <i>Skid</i>	90
Tabel 4.15. Kebenaran Tidak Normalnya Sistem Air Laut <i>Regasification</i> <i>Unit</i>	107
Tabel 4.16. Tabel Kebenaran Dari Faktor Penyebab turunnya Temperatur Produksi <i>Compressed Natural Gas</i> Pada <i>Skid Regasification</i>	117
Tabel 4.17. Penentuan Prioritas Masalah Berdasarkan Metode <i>USG</i>	118



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Open Rack Vaporization</i>	14
Gambar 2.2. <i>Submerged Combustion Vaporizers</i>	15
Gambar 2.3. <i>Intermediate Fluid Vaporizer</i>	16
Gambar 2.4. Kerangka Pikir Penelitian.....	27
Gambar 4.1. Penurunan temperatur produksi CNG	47
Gambar 4.2. Filter <i>Sea Chest Lifting Pump</i> Kotor	50
Gambar 4.3. <i>Candle Filter</i> Kotor	52
Gambar 4.4. <i>Propane Evaporator</i> Kotor	54
Gambar 4.5. <i>Sea Water Pipe For Propane Evaporator</i> Kotor	57
Gambar 4.6. Formulir Permintaan Perbaikan Pipa Air Laut.....	57
Gambar 4.7. <i>Inner dan Outter Cell Chloropack</i> Yang Rusak.....	59
Gambar 4.8. Sampah di Sekitar FSRU.....	62
Gambar 4.9. <i>Differential Pressure Transmitter</i> Pada Filter.....	64
Gambar 4.10. Naiknya DP Pada Filter <i>Sea Chest Lifting Pump</i>	65
Gambar 4.11. Naiknya DP pada <i>candle filter</i>	69
Gambar 4.12. Turunnya Temperatur Pada <i>Propane Tank Skid No.2</i>	72
Gambar 4.13. Pipa dan <i>Candle Filter</i> Dipenuhi Tritip	8
Gambar 4.14. Filter <i>Sea Chest Lifting Pump</i> Setelah Dibersihkan.....	83
Gambar 4.15. Proses Pembersihan <i>Candle Filter</i>	85
Gambar 4.16. <i>Propane Evaporator</i> Setelah Dibersihkan	87
Gambar 4.17. Bagian Dalam Pipa Setelah Diperbaiki dan Dipasang Kembali	89

Gambar 4.18. Jumlah <i>Spare Part</i> Chloropack Pada Bassnet.....	92
Gambar 4.19. Formulir Pembelian <i>Spare Part</i> Chloropack.....	92
Gambar 4.20. Temperatur Produksi CNG Normal	95
Gambar 4.21. Pohon Kesalahan Dari Turunnya Temperatur Produksi CNG Pada <i>Skid Regasification Unit</i>	97
Gambar 4.22. Gambar Pohon Kesalahan Dari Kondisi Sistem Air Laut Regasification Unit Yang Tidak Normal	98
Gambar 2.23. <i>Fault Tree</i> Turunnya Temperatur Produksi CNG Pada <i>Skid regasification Unit</i>	114



INTISARI

Rizqi Saifuddin Pratama, 531611206126 T, 2021, “*Analisis Penurunan Temperatur Produksi Compressed Natural Gas pada Skid Regasification Unit di FSRU (Floating Storage Regasification Unit) Nusantara Regas Satu*”, Skripsi. Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Drs. Edy Warsopurnomo, M.M., M.Mar.E., Pembimbing II: Moh. Zaenal Arifin, S.ST., M.M.

Proses regasifikasi *LNG* terjadi di dalam *skid regasification unit* yang terdiri dari sistem *LNG*, sistem propane sebagai *intermediate fluid* dan sistem air laut sebagai pemanas *intermediate fluid*. Dalam proses regasifikasi, *LNG* dipanaskan oleh propane pada *LNG vaporizer* dan *trim heater*. Keadaan sistem air laut sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses regasifikasi karena digunakan untuk memanaskan propane yang akan digunakan untuk memanaskan *CNG*.

Penelitian ini menggunakan rumusan masalah yaitu apa faktor penyebab, apa dampak dari faktor penyebab, dan bagaimana upaya untuk menangani dampak dari faktor penyebab, dengan metode atau pendekatan kualitatif. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam menganalisis permasalahan yaitu menggunakan teknik observasi (pengamatan), wawancara, dokumentasi dan studi pustaka.

Berdasarkan penelitian ada beberapa faktor yang menyebabkan turunnya temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* di FSRU Nusantara Regas Satu yaitu kondisi sistem air laut *regasification unit* yang tidak normal, bocornya pipa aliran masuk air laut menuju *propane evaporator*, habisnya *coating* pada *inner* serta *outer cell chloropack* dan banyaknya sampah kiriman di sekitar FSRU Nusantara Regas Satu. Dampak yang ditimbulkan berupa tidak maksimalnya pemanasan propane dan berakibat pada turunnya temperatur produksi *CNG*. Upaya yang dilakukan adalah penggantian pipa air laut dan *cell chloropack* yang rusak serta pembersihan komponen yang ada pada sistem air laut *regasification unit*.

Kata kunci: *CNG*, temperatur, *skid regasification unit*, *propane evaporator*, *USG*, *FTA*

ABSTRACT

Rizqi Saifuddin Pratama, 531611206126 T, 2021, "*Analysis the Reduction of Temperature Compressed Natural Gas Production in Skid Regasification Unit at FSRU (Floating Storage Regasification Unit) Nusantara Regas Satu*", Thesis. Engineering Study Program, Semarang Merchant Marine Polytechnic , Supervisor I: Drs. Edy Warsopurnomo, M.M., M.Mar.E., Supervisor II: Moh. Zaenal Arifin, S.ST., M.M.

Lng regasification occurs in skid regasification unit consist of LNG system, propane system as intermediate fluid and sea water system as intermediate fluid heater. In the regasification process, LNG is heated by propane on LNG vaporizer and trim heater. The condition of the seawater system is very influential on the regasification process because it is used to heat the propane then it would be used to heat CNG.

This research with the problem are what is the causative factor, what is the impact of the causative factor, and how to overcome the causative factor by method or qualitative approach. Data collection techniques is used to analyze the problems using observation techniques, interviews, documentation and literature studies.

Based on the research there are several factors that cause the reduction of temperature CNG production in skid regasification unit of FSRU Nusantara Regas One. The condition of the sea water regasification unit is abnormal, leaking on the seawater inflow pipe to the propane evaporator, depletion of coating on the inner and outter cell chloropack and the amount of garbage shipments around FSRU Nusantara Regas Satu. The impact is not maximal propane heating and then decrease the temperature CNG production. To overcome this issues are renew the damaged seawater pipes and chloropack cells as well as cleaning existing components in the seawater regasification system.

Key words: CNG, temperature, skid regasification unit, propane evaporator, USG, FTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam era globalisasi saat ini, kapal merupakan alat pengangkut yang masih sangat dibutuhkan. Selain daya angkut yang mempunyai kapasitas besar dan juga sangat efisien diantara moda transportasi lainnya. Karena salah satu dari kelebihan tersebut, kapal tidak hanya digunakan untuk mengangkut dan mengirimkan muatan saja, tetapi juga biasa digunakan sebagai penampung bahkan sekaligus menjadi tempat untuk memproduksi suatu muatan dari bahan mentah menjadi bahan yang siap untuk digunakan, salah satunya adalah gas bumi. Salah satu pendukung dalam proses produksi, penyimpanan dan distribusi gas bumi itu sendiri adalah kapal, yang mana sekarang ini terdapat pengelompokan jenis-jenis kapal yang diantaranya kapal untuk memuat *LNG (Liquified Natural Gas)*, dimana jenis kapalnya dirancang untuk memenuhi pendistribusian gas alam cair atau *LNG*. Dari sekian jenis kapal *LNG* tersebut ada salah satu jenis kapal yang dinamai *FSRU (Floating Storage Regasification Unit)*.

Kapal *FSRU* tidak hanya berfungsi sebagai tempat penampungan, melainkan juga berfungsi sebagai tempat untuk memproduksi atau mengkonversikan muatan dari bentuk *LNG* menjadi bentuk *CNG* yang kemudian akan didistribusikan ke konsumen dengan media pipa bawah laut. *CNG* disini berfungsi sebagai sumber bahan bakar alternatif selain minyak bumi, karena *CNG* memiliki kelebihan lebih bersih dan menghasilkan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan. Untuk itu *FSRU* memiliki peranan

yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan energi di dunia. Termasuk *FSRU* Nusantara Regas Satu yang mempunyai peranan untuk mendistribusikan sekaligus memenuhi produk *CNG* sebagai bahan bakar di PLTU Muara Karang.

Proses konversi dari *LNG* ke *CNG* ini dilakukan atas dasar utilitas dari gas tersebut, dimana yang membedakan keduanya adalah apabila gas *LNG* merupakan produk gas yang masih berbentuk gas alam yang dicairkan dengan suhu rendah (*extrem*) hingga -160°C sehingga menyusutkan volume sebesar kurang lebih 1/600 kali dari volume *CNG*, dengan tujuan lebih mudah dibawa dan didistribusikan tetapi belum dapat digunakan. Pada umumnya untuk dapat digunakan maka *LNG* harus dikonversikan menjadi bentuk gas kembali atau *CNG*.

Sebagaimana kapal-kapal dengan fungsi khusus tertentu, kapal *FSRU* yang secara struktur memiliki 2 komponen utama yang terdiri dari beberapa tangki penyimpanan dan sebuah sistem regasifikasi yang terdiri dari sistem propane, *LNG* dan air laut dan terdapat dibagian atas kapal. Secara umum kapal *FSRU* memiliki panjang 300-400 meter dan lebar hingga 70 meter dengan mempunyai beberapa tangki penyimpanan *LNG* berbentuk kubah yang tertanam diatas kapal yang tertambat di dasar laut, dengan kapasitas penampungan yang bervariasi. Sedangkan regasifikasi merupakan proses perubahan fase *LNG* dari fase cair menjadi gas kembali dengan memanfaatkan media pemanas tertentu. Diawali dengan proses penyimpanan *LNG* didalam tangki yang berbentuk cair dengan temperatur -160°C dan tekanan dibawah 1 atm yang bertujuan untuk efisiensi

penyimpanan karena memiliki volume 600 kali lebih kecil daripada bentuk gas.

Salah satu yang mempunyai peranan penting sebagai pendukung dalam proses transformasi dari *LNG* ke *CNG* adalah *skid* atau *train*, dimana *skid* adalah gabungan dari sistem *LNG*, *CNG* sebagai media yang dipanaskan, serta *propane* dan air laut yang merupakan media terpenting untuk proses konversi *LNG* menjadi *CNG*. Apabila salah satu dari sistem tersebut mengalami gangguan atau masalah maka akan berdampak pada kualitas hasil produksi *CNG*, salah satunya adalah menurunnya temperatur produksi *CNG* yang akan didistribusikan ke PLTU Muara Karang dari temperature normal yaitu diatas 30°C. Pada pengoperasian kapal *FSRU* Nusantara Regas Satu, operator tidak hanya fokus pada efisiensi serta safety pada saat pengoperasian kapal melainkan juga di tuntut untuk dapat menjaga kestabilan kondisi dari produksi *CNG* sesuai permintaan dari PLTU Muara Karang. Hasil produksi *CNG* dari *FSRU* Nusantara Regas Satu sendiri menjadi sangat penting karena sebagai sumber bahan bakar utama yang digunakan sebagai pembangkit generator di PLTU Muara Karang. Apabila terjadi kesalahan dalam pengoperasian *FSRU* Nusantara Regas Satu maka akan terjadi permasalahan pengoperasian generator pada PLTU Muara Karang, yang kemudian akan terjadi gangguan distribusi daya listrik di daerah Jakarta dan Jawa Barat.

Kenyataanya yang telah terjadi di *FSRU* Nusantara Regas Satu saat sedang melakukan normal operasi di perairan Pulau Seribu Jakarta, pada tanggal 31 Agustus 2018 pukul 13.30 WIB, terjadi penurunan temperatur

CNG dari 30,69°C menjadi 21,34°C. Setelah dilakukan pengecekan ternyata terjadi kebocoran pada pipa air laut yang masuk pada propane evaporator no.2 pada skid no.2. Karena keadaan yang tidak memungkinkan, cargo engineer memutuskan untuk mengganti operasional skid no.2 ke skid no.1, kemudian temperatur *CNG* kembali normal yaitu 28,14°C pada pukul 14.05 WIB. Namun pada tanggal 2 September 2019 sampai 6 September 2019 kembali mengalami masalah yaitu terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG* dari keadaan normal yaitu lebih dari 30°C ke 19°C. Beberapa hari sebelum terjadinya penurunan temperature pada produksi *CNG*, terjadi beberapa perubahan indikator baik tekanan maupun temperatur pada beberapa sistem regasifikasi ataupun yang terdapat pada sistem *skid* atau *train* no.2 pada *regasification unit*, tetapi karena banyaknya pekerjaan yang harus dikerjakan, maka perubahan indikator yang secara perlahan tersebut tidak segera mendapat respond dari *cargo engineer* untuk dapat mengetahui penyebab dari perubahan indikator tersebut dan tindakan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Setelah 4 hari kemudian temperatur produksi *CNG* mulai menurun jauh dari angka normal yang berakibat *FSRU* Nusantara Regas Satu tidak dapat memenuhi *rate* distribusi *CNG* sesuai permintaan PLTU Muara Karang, karena apabila dipaksakan untuk memenuhi *rate* distribusi yang diinginkan PLTU Muara Karang yaitu sebesar 19,2142 MMscf maka temperature *CNG* akan terus menurun dan dapat berakibat fatal pada operasional baik dari pihak *FSRU* Nusantara Regas Satu ataupun PLTU Muara Karang. Karena besarnya dampak apabila memaksakan untuk memenuhi distribusi *CNG* sesuai *rate* yang diminta PLTU Muara Karang, maka operator *FSRU* Nusantara Regas Satu memutuskan untuk menurunkan

rate distribusi *CNG* dibawah permintaan PLTU Muara Karang hingga temperature *CNG* terjaga agar tidak terus mengalami penurunan.

Mengingat pentingnya menjaga kondisi *skid* atau *train* agar tetap dapat beroperasi secara normal dan dapat memenuhi distribusi *CNG* sesuai permintaan dari PLTU Muara Karang, peneliti mencoba menyusun masalah tersebut menjadi bahan dalam penelitian yang peneliti susun dengan judul

“Analisis Penurunan Temperatur Produksi *Compressed Natural Gas* Pada *Skid Regasification Unit* Di *FSRU (Floating Storage Regasification Unit)* Nusantara Regas Satu”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan diatas, maka dapat diambil perumusan masalah yang berisi pokok permasalahan yang berhubungan dengan masalah yang timbul, dalam pembahasan berikut memerlukan jawaban dan langkah pemecahan masalah yang harus ditempuh. Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini menitik beratkan pada pokok permasalahan sebagai berikut:

- 1.2.1. Faktor-faktor apa yang mnyebabkan terjadinya penurunan temperatur produksi *compressed natural gas* pada *skid regasification unit*?
- 1.2.2. Apa dampak dari faktor penyebab penurunan temperatur produksi *compressed natural gas* pada *skid regasification unit*?
- 1.2.3. Bagaimana upaya untuk menangani dampak dari faktor penyebab penurunan temperatur produksi *compressed natural gas* pada *skid regasification unit*?

1.3. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan pokok permasalahan yang telah dirumuskan, tujuan yang hendak dicapai dengan adanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.3.1. Untuk menganalisis faktor penyebab terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* di kapal *FSRU*.
- 1.3.2. Untuk menganalisis dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* di kapal *FSRU*.
- 1.3.3. Untuk menganalisis penanganan faktor penyebab penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* di kapal *FSRU*.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Secara Teoritis

- 1.4.1.1. Untuk memperkenalkan jenis kapal *FSRU* yang mungkin belum banyak diketahui oleh taruna di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang dan Akademi Pelayaran lainnya.
- 1.4.1.2. Sebagai referensi atau masukan bagi perkembangan ilmu pengetahuan yang lebih tentang penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* di kapal *FSRU*.

1.4.2. Manfaat Secara Praktis

- 1.4.2.1. Menambah wawasan bagi Taruna dan Civitas Akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang yang mempunyai peluang untuk melaksanakan praktel laut ataupun bekerja di kapal *FSRU*.

1.4.2.2. Menambah pengetahuan serta evaluasi bagi crew kapal mengenai tindakan untuk mencegah terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* di kapal *FSRU*.

1.4.2.3. Menambah pengetahuan serta evaluasi bagi perusahaan untuk dapat memperhatikan ketersediaan *spare part* di atas kapal serta penilaian rasa tanggung jawab terhadap *crew* kapal, untuk mencegah terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* teulang kembali.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan serta untuk memudahkan pemahaman, penelitian ini disusun dengan sistematika terdiri dari 5 (lima) bab secara berkesinambungan. Adapun sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi hal-hal yang berkaitan dengan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian. Latar belakang berisi tentang kondisi nyata serta alasan pemilihan judul. Perumusan masalah adalah uraian masalah yang diteliti. Tujuan penelitian berisi tujuan yang akan dicapai melalui kegiatan penelitian ini. Manfaat penelitian berisi uraian tentang manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian. Sistematika penelitian berisi susunan bagian penelitian dimana bagian yang satu dengan bagian yang lain saling berkaitan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini terdiri dari tinjauan pustaka dan kerangka pikir penulis. Tinjauan pustaka berisi teori-teori atau pemikiran-pemikiran yang relevan serta konsep-konsep tentang *skid* pada *regasification unit* di kapal *FSRU*. Kerangka pikir penulis merupakan pemaparan penulis kerangka berfikir atau penahapan pemikiran secara kronologis dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan penulisan berdasarkan pemahaman teori dan konsep.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini terdiri dari jenis metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, sumber data, metode pengumpulan data dan teknik analisis data. Metode penelitian menjelaskan cara utama yang digunakan peneliti untuk mencapai tujuan dan menentukan jawaban atas masalah yang terkait dengan penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* di kapal *FSRU*.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang analisis penyebab terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG*, dampak dari faktor terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG* serta upaya dalam penanggulangan faktor penyebab terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* di kapal *FSRU*.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran mengenai masalah terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skid*

regasification unit dikapal *FSRU*. Pemaparan kesimpulan dilakukan secara kronologis, jelas dan singkat. Saran merupakan pemikiran peneliti sebagai alternatif terhadap upaya pemecahan masalah.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Pengertian Analisis

Menurut Dwi Prastowo Darminto dan Rifka Julianty (2002:52), analisis adalah penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri, serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan.

Berdasarkan definisi di atas dapat disimpulkan bahwa analisis adalah kegiatan untuk memecahkan suatu masalah, mulai dari menemukan faktor penyebab terjadinya masalah, dampak yang akan ditimbulkan dari permasalahan tersebut dan upaya untuk mencegah terjadinya masalah. Dalam hal ini adalah permasalahan penurunan temperatur produksi *Compressed Natural Gas* pada *skid regasification unit* yang ada di kapal *FSRU Nusantara Regas Satu* yang disebabkan karena adanya ketidaknormalan operasi khususnya dalam peristiwa pemanasan *Propane* serta *CNG* yang terjadi pada sistem *skid regasification unit*.

2.1.2. *Liquified Natural Gas (LNG)*

Liquified Natural Gas adalah gas alam cair yang mayoritas tersusun dari gas *Methane* dan *Ethane* yang diambil dengan cara pengeboran (*drilling*) kemudian diproses untuk menghilangkan ketidakmurnian dan hidrokarbon berat, kemudian dikondensasikan menjadi cairan pada tekanan di bawah 1 atmosfer dengan

mendinginkannya hingga suhu kurang lebih -160°C . *LNG* ditransportasi menggunakan kendaraan yang dirancang khusus dan disimpan dalam tangki yang juga dirancang khusus. Gas alam dengan bentuk cair yang telah disimpan dalam tangki kusus memiliki volume sekitar 1/600 dari gas alam pada suhu dan tekanan standar, membuatnya lebih efisien untuk ditransportasi jarak jauh menggunakan kapal *LNG* yang kebanyakan mempunyai jenis tangki *membrane* atau *moss*.

Berikut ini adalah sifat-sifat atau karakteristik muatan *LNG* Menurut *International Chamber of Shipping*, (2000, 125 – 127):

- 2.1.2.1. Suhu *LNG* sangat rendah yaitu di bawah -161°C .
- 2.1.2.2. *Flashpoint* yang dimiliki *LNG* adalah -175°C .
- 2.1.2.3. *LNG* tidak berwarna dan tidak berbau.
- 2.1.2.4. Mempunyai *Flammable Limits* 5%-16%, yaitu *LNG* sangat mudah terbakar dalam bentuk gas dengan kadar oksigen 5%-16%.
- 2.1.2.5. Hasil pembakaran *LNG* mempunyai nilai panas yang lebih tinggi dan memiliki gas buang hasil pembakaran yang lebih ramah lingkungan daripada minyak tanah dan bahan bakar lain.
- 2.1.2.6. Daya hantar listrik yang sangat rendah.
- 2.1.2.7. Membutuhkan reaksi dengan oksigen yang mempunyai kadar tertentu agar dapat terbakar.
- 2.1.2.8. *Auto Ignition Temperature* pada suhu 595°C , yaitu dapat terbakar tanpa adanya pengaruh dari luar (*Self Ignition*) pada temperatur 595°C .

Keterangan	<i>Lean</i>	<i>Rich</i>
<i>Methane</i>	97,2	84,45
<i>Ethane</i>	2,63	14,11
<i>Propane</i>	0,08	1,10
C4+	0,08	0,21
Nitrogen	0,00	0,14
Total	100%	100%

Tabel 2.1. Komposisi *LNG FSRU Nusantara Regas Satu*Sumber : Pedoman operasi terminal *FSRU* (2008)

2.1.3. *Compressed Natural Gas*

Menurut S. Zaeni et al (2014), *Compressed Natural Gas* atau *CNG* adalah bahan dasar yang berasal dari gas bumi yang sebagian besar adalah *methane*, kemudian dimampatkan, dipertahankan dan disimpan di dalam bejana tekan yang dirancang khusus. *CNG* mengandung komponen utama berupa *methane* dan *ethane* yang dibuat dengan cara mengompresi *methane* yang diekstrak dari gas alam.

Sedangkan menurut penulis, *Compressed Natural Gas* yang dari *FSRU Nusantara Regas Satu* adalah hasil konversi dari *LNG* yang terjadi pada unit regasifikasi dengan cara di kompresikan dengan bantuan pompa bertekanan tinggi. *CNG* kemudian dipanaskan menggunakan media pemanas tertentu untuk dapat didistribusikan sebagai bahan bakar, biasanya *CNG* digunakan sebagai bahan bakar permesinan pembangkit listrik pada generator yang biasa digunakan di PLTU atau kapal itu sendiri.

2.1.4. Pengertian *FSRU* (*Floating Storage Regasification Unit*).

Menurut Pedoman Operasi Terminal *FSRU* (2008), *FSRU* adalah kapal yang berfungsi sebagai tempat untuk penampungan *LNG*, sekaligus mengkonversikan gas alam yang masih berupa cairan (*Liquefied Natural Gas*) menjadi bentuk gas (*Compressed Natural Gas*) dengan cara dikompresi dan dievaporasikan dengan media tertentu. Proses konversi *LNG* menjadi *CNG* ini dilakukan dengan sistem yang kompleks yang dinamakan *regasification unit*.

Sedangkan *FSRU* Nusantara Regas Satu adalah *FSRU* yang beroperasi di Teluk Jakarta tepatnya di Pulau Seribu, produk *CNG* yang dihasilkan dari *FSRU* ini akan didistribusikan menggunakan media pipa bawah laut menuju ke PLTU Muara Karang sebagai bahan bakar utama di PLTU tersebut. Sebelumnya *FSRU* Nusantara Regas Satu adalah sebuah kapal *LNG Carrier* bernama Golar Khannur yang kemudian diubah menjadi *FSRU* dan diberi nama *FSRU* Nusantara Regas Satu dengan menghilangkan dan menambah pesawat permesinan dan juga sistem penunjang pengoperasian *FSRU*. Gas alam diperoleh dari kapal *LNG carrier* yang kemudian ditransfer menuju *FSRU* dengan menggunakan *loading arm* dan disimpan di dalam *cargo tank* dengan kapasitas 126.352 m³ sebelum dikonversikan menjadi *CNG* dan siap didistribusikan.

2.1.5. Pengertian dan jenis-jenis *regasification unit*.

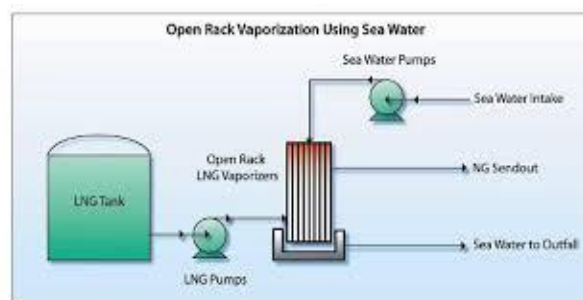
Menurut Dananto, Rendy (2014;14), Proses regasifikasi adalah proses pengubahan kembali gas alam yang berbentuk cair (*Liquefied Natural Gas*) menjadi bentuk gas kembali sehingga dapat didistribusikan menggunakan pipa-pipa sehingga siap untuk digunakan.

Unit regasifikasi di *FSRU Nusantara Regas Satu* terletak di haluan kapal dengan kapasitas pengiriman normal antara 200-400MMscfd dan maksimal pengiriman adalah 500MMscfd. Pada saat melakukan distribusi, *CNG* dapat dikompresikan dengan tekanan 45bar-64bar dengan bantuan *booster pump*, dan dievaporasikan dengan *LNG vaporizer* yang berada pada tiap-tiap *skid regasification unit*.

Secara umum terminal regasifikasi mempunyai 5 jenis sistem, yaitu:

2.1.5.1. *Open Rack Vaporizer (ORV)*.

Open Rack Vaporizer biasanya menggunakan air laut sebagai media untuk mengevaporasikan sekaligus memanaskan *LNG*. Unit *ORV* terbuat dari bahan aluminium karena memiliki konduktivitas panas yang tinggi sehingga efektif dalam proses perpindahan panas. Sistem perpipaan pada unit *ORV* tersusun dalam panel yang terhubung dengan *inlet LNG* serta *outlet* dari produk regasifikasi *CNG*, selain itu perpipaan air laut pada unit ini dilapisi dengan *zinck anode* untuk mengurangi korosi.

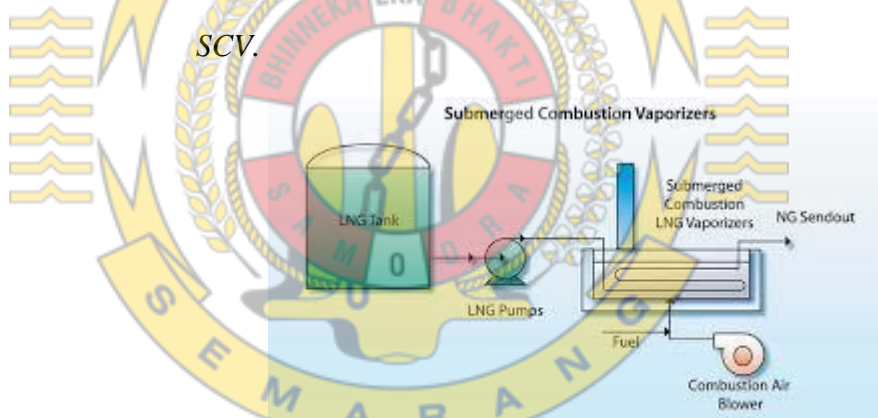


Gambar 2.1. *Open Rack Vaporization*

Sumber : Brian Esentrout et al,2006

2.1.5.2. *Submerged Combustion Vaporizer (SCV).*

Pada sistem *SCV*, *LNG* akan mengalir melalui koil yang biasanya terbuat dari *stainless steel*, dimana koil yang dialiri *LNG* tersebut terendam di dalam *water bath* yang dipanaskan oleh pemanas. Proses pemanasan air didalam *water bath* menggunakan *burner* yang sumber bahan bakarnya memanfaatkan *flue gas* hasil dari proses regasifikasi. Sedangkan air didalam *water bath* dijaga agar tetap dalam kondisi asam, dengan cara menambahkan sodium karbonat atau sodium bikarbonat. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya korosi pada sistem perpipaan *SCV*.



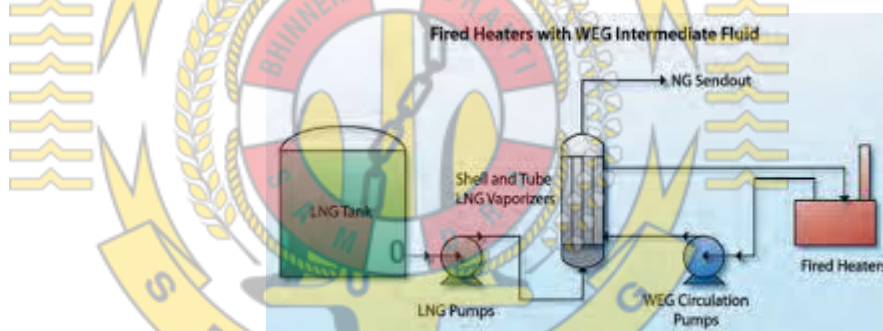
Gambar 2.2. *Submerged Combustion Varizers*

Sumber : Brian Esentrout et al, 2006

2.1.5.3. *Intermediate fluid Vaporizer (IFV)*

Menurut Kawamoto et al (2009) *Intermediate fluid Vaporizer* adalah jenis regasifikasi yang menggunakan fluida untuk proses vaporisasi, dimana proses pertukaran panas ini terjadi di dalam *evaporator* yang biasanya berupa *shell* atau *tube*. Terdapat 2 tahapan dalam proses penyerapan panas untuk jenis regasifikasi ini.

Pertama *LNG* akan dipanaskan dengan *intermediate fluid* di dalam *evaporator*, dan sekaligus mengubahnya dari bentuk cair menjadi gas. Setelah itu *intermediate fluid* akan kembali dipanaskan oleh pemanas yang lain, dan kembali digunakan untuk memanaskan *CNG* untuk yang kedua kalinya sehingga akan tercapai temperatur *CNG* yang keluar dari proses regasifikasi sesuai dengan yang diinginkan. Teknologi *IFV* dapat beroperasi dalam sistem *close loop*, *open loop*, atau kombinasi dari keduanya. *Intermediate fluid* pada sistem ini biasanya menggunakan *water glycol*, *Propane*, atau *refrigerant*.



Gambar 2.3. *Intermediate fluid Vaporizer*

Sumber : Brian Esentrout et al, 2006

2.1.5.4. *Ambient Air Vaporizer (AVV)*

Menurut Dananto (2014), Teknologi regasifikasi ini memanfaatkan udara sebagai sumber panas untuk memanaskan *LNG*, dengan cara mendistribusikan *LNG* ke beberapa *heat exchanger* dengan adanya udara yang bergerak naik turun ke dalam *vaporizer*. Sistem ini sangat cocok untuk digunakan pada daerah yang mempunyai suhu udara yang hangat. Beberapa contoh yaitu:

2.1.5.4.1. *Heat Integrated Ambient Air Vaporizer*

Memanfaatkan panas *exhaust gas* dari mesin pembangkit seperti turbin atau *gas engine* yang disirkulasikan dengan memanfaatkan *quench water*.

2.1.5.4.2. *Direct Ambient Air Vaporizers (AAVs)*

Proses transfer panas pada sistem ini yaitu dengan cara memanfaatkan *ambient air* langsung yang masuk kedalam *heat exchanger* bersamaan dengan *LNG*. Pada sistem AAVs ini dibagi lagi menjadi 2 jenis yaitu:

2.1.5.4.2.1. *Direct Natural Draft Ambient Air Vaporizer (DNDAAV)*.

2.1.5.4.2.2. *Direct Forced Draft Ambient Air Vaporizer (DFDAAV)*.

2.1.5.4.3. *Indirect Ambient Air Vaporizers (IAAVs)*

Pada sistem regasifikasi ini udara digunakan untuk memanaskan *HTF (Heat Transfer Fluid)* yang kemudian akan digunakan untuk memanaskan *LNG*. Pemanasan. Untuk penerapan IAAVs di daerah dengan cuaca yang dingin, maka perlu ditambahkan *heater* lain. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya pembekuan embun yang disebabkan vaporisasi *LNG* secara langsung dengan udara (Kawamoto et al, 2009).

2.1.5.5. *Shell and Tube Vaporizer (STV).*

Jenis regasifikasi *STV* menggunakan media air laut sebagai media pemanas *LNG*. Pada sistem *open-loop STV*, air laut digunakan secara langsung untuk memanaskan *LNG* seperti pada sistem *ORV*. Sedangkan untuk sistem *close loop STV* harus membutuhkan beberapa *heat exchanger*, air laut hanya digunakan untuk memanaskan *intermediate fluid* berupa *Propane* atau *water glycol* di dalam *heat exchanger*, kemudian *intermediate fluid* tersebut yang akan memanaskan *LNG* pada *heat exchanger* yang lain. Pada sistem *close loop* akan membutuhkan tempat yang lebih luas karena adanya paling sedikit 2 *heat exchanger* guna menunjang operasional (Kawamoto et al, 2009).

2.1.6. *Skid Regasification.*

Menurut Pedoman Operasi Terminal *FSRU* (2008), *skid regasification* adalah sebuah sistem yang kompleks dan mempunyai fungsi yang sangat penting untuk proses konversi *LNG* menjadi *CNG*. Pada *skid regasifikasi* biasanya terdapat 2 atau lebih sistem dimana semuanya mempunyai peranan masing-masing selama produksi *CNG*, apabila salah satu dari sistem tersebut mengalami kerusakan atau masalah maka sangat berpengaruh terhadap kualitas *CNG* yang dihasilkan. Terdapat 3 *skid regasification* di *FSRU Nusantara Regas Satu*. Setiap *skid* terdiri dari 1 *Propane preheater*, 3 *Propane evaporator*, 1 *LNG evaporator* dan 1 *trim heater*. Adapun data dan beberapa sistem yang biasa digunakan pada *skid regasification unit*:

DATA	KETRANGAN
<i>CNG outlet temp</i>	30-32 °C
<i>Lift pump differential pressure</i>	< 100.000 mbar
<i>Candle filter differential pressure</i>	< 50 mbar
<i>Propane TK temperature</i>	15 – 18 °C
<i>S.W outlet press from Propane evaporator</i>	0,8 bar

Tabel 2.2. Parameter for skid regasification

Sumber : Menurut Pedoman Operasi Terminal FSRU (2008)

2.1.6.1. Sistem LNG dan CNG.

Sistem LNG diawali pada saat kondisi gas masih dalam keadaan cair, kemudian dipompa oleh pompa *booster* atau sejenisnya dengan tujuan memberikan tekanan pada *discharge* pompa hingga 100bar. Setelah itu LNG mulai masuk ke dalam LNG *vaporizer* atau *evaporator* untuk mengubah bentuk LNG dari cair menjadi gas kembali (CNG).

LNG yang telah melewati *vaporizer* bisa disebut dengan CNG, karena sudah berubah fase dari cair menjadi gas. Sebelum didistribusikan ke konsumen, biasanya CNG akan kembali dipanaskan untuk yang kedua kalinya tergantung dari jenis regasifikasi yang digunakan.

2.1.6.2. Sistem Intermediate Fluid

Tidak semua jenis regasifikasi menggunakan sistem ini contohnya seperti jenis regasifikasi ORV dan SCV. *Intermediate fluid* berfungsi sebagai media pemanas LNG, dimana fluida ini sebelumnya sudah dipanaskan terlebih dahulu dengan menggunakan air laut, udara ataupun *fire burner*. Fluida yang biasa digunakan adalah *water glycol* ataupun *Propane*, karena kedua fluida tersebut tidak mudah

membeku ketika proses vaporisasi *LNG*. *Intermediate fluid* juga digunakan dengan alasan untuk mencegah terjadinya *scale* atau korosi yang mungkin terjadi pada *evaporator* atau *heat exchanger* apabila media pemanas menggunakan air laut secara langsung.

2.1.6.3. Sistem Pemanas *Intermediate Fluid*

Sistem media pemanas *intermediate fluid* digunakan untuk memanaskan *intermediate fluid* setelah digunakan untuk memanaskan *CNG*. *Intermediate fluid* yang telah digunakan untuk memanaskan *CNG* akan mengalami penurunan temperature sehingga harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum digunakan kembali untuk memanaskan *CNG*. Media yang digunakan untuk memanaskan *intermediate fluid* ini biasanya memanfaatkan air laut dengan sistem terbuka. Air laut akan dialirkan menuju ke beberapa *heat exchanger* dengan bantuan pompa untuk memanaskan *intermediate fluid*. Setelah digunakan untuk memanaskan *intermediate fluid*, air laut akan dibuang kelaut kembali.

2.1.7. *Heat Exchanger*.

Menurut Kakac, S., H (2002), *Heat exchanger* adalah tempat terjadinya perpindahan panas karena adanya aliran di antara 2 fluida yang memiliki perbedaan temperatur yang signifikan. Pada umumnya fungsi dari *heat exchanger* adalah untuk memanaskan atau mendinginkan 2 benda atau zat yang memiliki perbedaan temperatur, selain itu *heat exchanger* juga berperan dalam pengubahan bentuk suatu zat, contohnya *evaporator* dan kondensor. Di dalam *heat*

exchanger biasanya aliran 2 fluida tersebut didesain secara terpisah, tergantung dari media pendingin dan yang didinginkan. Adapun jenis *heat exchanger* yang biasa digunakan adalah

2.1.7.1. *Double pipe heat exchanger*.

2.1.7.2. *Shell and tube heat exchanger*.

2.1.7.3. *Plate and frame heat exchanger*.

2.1.7.4. *Adiabatic wheel heat exchanger*.

2.1.7.5. *Phase-change heat exchanger*.

2.1.8. *Plate Heat Exchanger*.

Menurut Walikrom (2018) *Plate heat exchanger* adalah suatu alat penukar kalor yang terdiri atas susunan beberapa pelat (*plate*) dan rangka (*frame*) serta memiliki dua sisi aliran yang berbeda yaitu *hot side* dan *cold side*. *Hot side* dialiri dengan fluida yang memiliki suhu relatif lebih panas dari fluida yang mengalir pada sisi *cold side*. *Plate heat exchanger* digunakan untuk memanaskan atau mendinginkan fluida yang sama atau berbeda jenis. Namun *heat exchanger* ini juga mempunyai keuntungan dan kelebihan.

Kelebihan	Kekurangan
Desain yang lebih ringkas dengan biaya modal yang lebih rendah.	Pelat merupakan bentuk yang kurang baik untuk menahan tekanan.
Pemindahan panas yang terjadi pada jenis plate lebih efisien.	<i>Plate heat exchanger</i> tidak sesuai untuk tekanan lebih dari 30 bar.
Laju korosi rendah.	Pemeliharaan gasket yang sesuai sangat penting.
Fleksibel dalam pemeliharaan aliran.	Maksimum temperature 250°C karena material gasket yang tidak sesuai.

Tabel 2.3. Kelebihan dan kekurangan *plate heat exchanger*

Sumber : Walikrom (2008)

2.1.9. Proses Perpindahan Kalor Pada *Heat Exchanger*

Menurut Walikrom (2008) Proses perpindahan kalor adalah perpindahan energi yang disebabkan karena adanya perbedaan temperatur di antara kedua benda atau zat tersebut, dan bagaimana energi dapat berpindah dari suatu benda ke benda yang lain dengan memperhatikan laju perpindahan pada kondisi tertentu. Proses perpindahan tersebut dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

2.1.9.1. Secara Kontak Langsung.

Fluida panas akan bercampur dengan fluida dingin tanpa adanya dinding pemisah, contohnya seperti *cooling tower* yang mendinginkan air pendingin kondensor pada sistem pendingin utama pembangkit listrik. Air pendingin kondensor akan didinginkan dengan cara kontak langsung dengan udara tanpa adanya sekat dinding pemisah.

2.1.9.2. Secara Tidak Langsung.

Fluida panas akan didinginkan oleh fluida yang dingin dengan adanya dinding pembatas seperti *tube* atau *plate* atau media perantara lain antara kedua fluida tersebut, contohnya seperti pada *central cooler* pada *fresh water cooling system* dikapal. Dimana air laut mendinginkan air tawar yang terjadi pada *plate heat exchanger*.

2.1.10. *Candle filter*.

Menurut *Operation and Maintenance Manual Book*, *candle filter* adalah filter yang berfungsi untuk menyaring partikel kecil dengan kehalusan 10 hingga 150 mikron, yang mungkin terbawa oleh air. *Candle* didalam filter akan berputar selama beroperasi, hal

ini disebabkan karena adanya motor dan gear motor pada sisi atas *filter casing*. Boolfilter akan *auto back flushing* tergantung dari settingan waktu yang telah ditentukan operator.

Filter ini dilengkapi dengan alat ukur *differential pressure* sebagai petunjuk operator tentang kondisi kotor atau tidaknya filter. Kelebihan dari sistem filter ini adalah interval waktu pembersihan yang cukup lama karena adanya sistem *auto backflushing*. Namun filter ini juga mempunyai kekurangan pada cara pembersihannya, dimana engineer harus melepas satu per satu *candle* dari *frame* sebelum dibersihkan, selain itu engineer harus membersihkan *candle* satu persatu dengan air atau angin bertekanan yang tentunya membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibandingkan dengan filter pada umumnya. Adapun jadwal perawatan yang harus dilakukan untuk kelancaran proses perasional adalah sebagai berikut:

PERIODE	ATTACHMENT
<i>Ragulary</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Check differential pressure</i> - <i>Check the leak tightness of the filter, all connesntion and seals</i> - <i>Check filter corrosion and other damage</i> - <i>Check all bolt connestions</i>
<i>Six months</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Check conditions of anode. If in the process you identify a loss of approximately 80%, replace the sacrificial anode</i> - <i>Check conditions of seals, filter elements, bearing</i> - <i>Check condition of all flushing bushes and cover plates</i>
<i>1 Year</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Check filtes with an inner coating check for internal corrosion and any material abrasion</i>

Tabel 2.4. Jadwal perawatan *candle filter*

Sumber : *Start up, operational and maintenance manual candle filter.*

2.1.11. Chloropack.

Menurut Talentino (2016), Chloropac adalah sebuah unit peralatan penunjang perawatan sistem air laut yang berfungsi untuk memproduksi sodium hypochlorite (NaOCl) dari bahan air laut dengan cara elektrolisa. Penggunaan chloropac pada sistem air laut bertujuan untuk menginjeksikan sodium *hypochlorite* yang berfungsi untuk melemahkan biota-biota laut seperti tririp dan plankton yang terkandung dalam aliran air laut, karena dapat menempel pada dinding perpipaan atau bahkan menempel pada filter, dan menyebabkan aliran air laut menjadi tidak lancar. Hal ini tentu akan berdampak pada pengoperasian sistem lain yang saling berhubungan.

Proses produksi sodium *hypochlorite* pada alat ini yaitu dengan cara menguraikan air laut yang diinjeksi dengan arus *DC* didalam *tube* hypochlorite generator melalui proses elektrolisis. Kualitas produksi sodium *hypochlorite* tergantung pada besar arus yang diberikan pada sel, sedangkan jumlah produksi sodium hypochlorite ditentukan oleh jumlah sel yang digunakan. Satu unit chloropack dapat memproduksi sodium hypochlorite sebanyak 6000 L/h, sedangkan besar sodium hypochlorite yang diinjeksikan ke dalam *sea chest* sebesar 2.600 L/h untuk *sea chest* no.7 3.400 L/h untuk *sea chest* no.8.

Kedua *sea chest* tersebut digunakan sebagai *suction* dari *sea water lifting pump* yang digunakan untuk memansakan *Propane* pada *Propane evaporator* yang berada pada tiap-tiap *skid* regasifikasi. Adapun jadwal perawatan yang harus dilakukan untuk kelancaran proses operasional adalah sebagai berikut:

PERIODE	ATTACHMENT
Daily	<ul style="list-style-type: none"> - Record DC voltage and ampere on the PCU - Check PCU externally for signs for overheating, vibration - Visually inspect all system from leak, vibration and fittings pipe line
Weekly	<ul style="list-style-type: none"> - Switch off PSU and flushing the system with sea water - Check generator and PSU ventilation
Monthly	<ul style="list-style-type: none"> - Remove generators cover and check from any leaks and sign overheating - Check clean leak detector alarm - Check low flow switch alarm by closed discharge valve on the pump side
Annually	<ul style="list-style-type: none"> - Inspect the platinum coating for signs of wear or damage. Replace any defective cells - Isolate Seawater supply and clean the strainer

Tabel 2.5. Jadwal perawatan *chlorination unit*Sumber : *Manual and maintenance manual chlorination unit*

2.2. Definisi Operasional

Definisi operasional adalah definisi mengenai pengoperasian atau istilah-istilah yang dianggap penting dan perlu untuk diketahui karena sering ditemukann pada saat penelitian di lapangan. Definisi operasional yang biasanya ditemukan pada *regasification unit* adalah :

2.2.1. *Bosster pump* adalah pompa yang digunakan untuk mengalirkan *LNG* dari *suction drum* menuju ke *skid regasification* dengan memberikan tekanan mencapai 100 bar, dimana setiap *skid* mempunyai 2 pompa *booster* dengan msing-masing pompa mempunyai kapasitas 50% dari tiap-tiap *skid* regasifikasi.

2.2.2. *Propane evaporator* adalah unit yang digunakan untuk memanaskan sekaligus mengubah fase *Propane* dari bentuk cair menjadi bentuk gas dengan media pemanas adalah air laut, gas *Propane* yang telah dievaporasikan selanjutnya digunakan untuk memanaskan sekaligus

mengevaporasikan *LNG* dari bentuk cair menjadi gas. Setiap *skid* regasifikasi mempunyai 3 *Propane evaporator* yang akan digunakan secara bersamaan pada saat *skid* regasifikasi beroperasi.

2.2.3. *Differential pressure* adalah indikator yang digunakan untuk mengetahui kondisi dari filter pada sistem air laut. Pengukuran *pressure* dilakukan pada sisi *inlet* dan *outlet* dari filter tersebut. Semakin besar nilai *differential pressure* berarti semakin kotor keadaan filter didalam sistem air laut.

2.2.3. *Backwash* adalah sebuah tindakan yang dilakukan dengan cara mengubah sisi aliran khususnya air laut dari sebuah *heat exchanger*, dimana sisi *inlet heat exchanger* akan diubah menjadi sisi *outlet* dan sisi *outlet heat exchanger* akan diubah menjadi sisi *inlet*.

2.2.4. *Chemical Cleaning* adalah kegiatan perawatan yang bertujuan untuk membersihkan sebuah permukaan suatu benda dengan cara mensirkulasikan cairan yang telah dicampur dengan chemical tertentu tanpa merusak material dari unit tersebut.

2.2.5. *Watch dog* adalah kondisi darurat dimana sistem *regasification unit* akan mengatur *rate output CNG* seminimal mungkin untuk mencapai temperature *CNG* sesuai *setpoint* yang telah ditentukan oleh *engineer*.

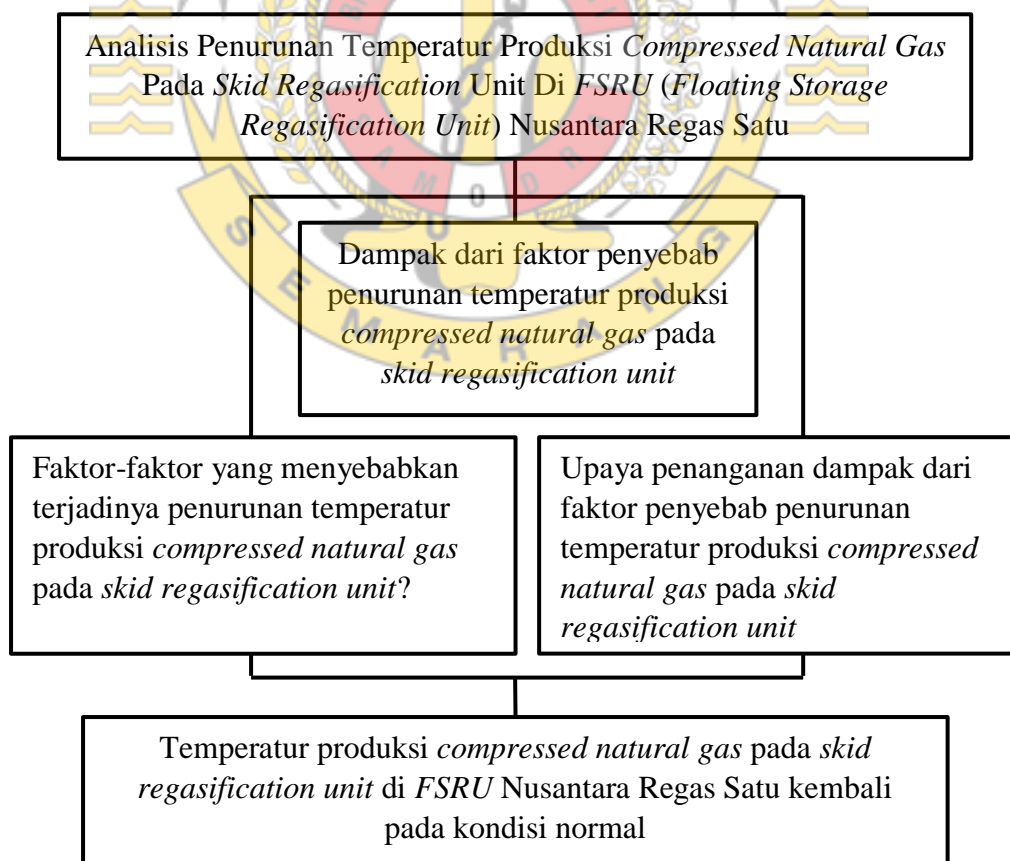
2.2.6. *Lifting Pump* adalah pompa yang digunakan untuk mengalirkan aliran air laut dari kamar mesin sampai *regasification unit* yang akan digunakan sebagai pemanas *intermediate fluid* pada tiap-tiap *skid* regasification.

2.2.7. *Chlorine Injection* adalah tindakan operasional yang bertujuan untuk menginjeksikan sodium *hypochlorite* ke dalam *sea chest* yang

berguna untuk melemahkan biota laut yang mungkin akan mengganggu proses pengoperasian sistem air laut untuk proses regasifikasi.

2.3. Kerangka Pikir

Untuk mempermudah dalam menyusun analisis penelitian ini, maka penulis dapat menjabarkan penjelasan secara singkat dalam kerangka pemikiran yaitu mengenai latar belakang penelitian yang menjadi alasan dilakukannya penelitian serta pemilihan judul skripsi. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis dapat mengetahui bagaimana proses terjadinya penurunan temperatur produksi *compressed natural gas* pada *skid regasification unit* di *FSRU Nusantara Regas Satu*. Kerangka pikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4. Kerangka Pikir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dengan metode *FTA* dan *USG* tentang analisis penyebab turunnya temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* di *FSRU Nusantara Regas Satu* maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 5.1.1. Faktor utama yang mempunyai prioritas tertinggi sebagai penyebab terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skid regasification unit* di *FSRU Nusantara Regas Satu* adalah kondisi sistem air laut yang tidak normal.
- 5.1.2. Dampak yang ditimbulkan dari faktor utama penyebab penurunan temperatur produksi *CNG* berupa kondisi sistem air laut yang tidak normal adalah naiknya *differential pressure filter sea chest lifting pump* dan *candle filter*, serta rendahnya temperatur propane pada *propane tank no.2* hingga 1,7°C.
- 5.1.3. Upaya yang dilakukan untuk menangani dampak dari faktor utama penyebab penurunan temperatur produksi *CNG* berupa kondisi sistem air laut yang tidak normal adalah melakukan pembersihan pada *filter sea chest lifting pump* dan *candle filter*, serta melakukan *chemical cleaning* pada *propane evaporator skid no.2*

5.2. Saran

Mengingat pentingnya kinerja dari *skid regasification unit* dalam menunjang kelancaran proses regasifikasi *LNG* menjadi *CNG*. Oleh karena

itu, berdasarkan hasil pembahasan yang dilakukan, maka penulis memberikan saran kepada pembaca agar permasalahan yang terjadi pada *skid regasification unit FSRU* Nusantara Regas Satu tidak terulang kembali. Adapun saran yang akan penulis berikan yaitu sebagai berikut :

- 5.2.1. Meningkatkan kepedulian *engineer* di atas kapal terhadap kondisi sistem air laut *regasification unit* dengan selalu memperhatikan perubahan parameter berupa tekanan ataupun temperatur.
- 5.2.2. Segera melakukan pemindahan operasional pada *skid regasification* apabila terjadi perubahan parameter pada sistem air laut *regasification unit* untuk mencegah dampak penurunan temperatur produksi *CNG* yang lebih parah.
- 5.2.3. Mengubah jadwal perawatan *propane evaporator* pada tiap-tiap *skid* dari 3 bulan menjadi 2 bulan sekali serta melakukan pembersihan pada *sea chest* dan *candle filter* ketika memiliki *differential pressure* yang tinggi sebagai upaya pencegahan terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG*.

DAFTAR PUSTAKA

- Dananto, Adi Nugroho. Setyawan, Rendy Putra. Wibawa, Gede. 2014. “*Cost Effective* pada Sistem *Regasifikasi Liquefied Natural Gas (LNG)* di Indonesia”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Jurnal Pomits.
- H, Kawamoto. 2008. “*Natural Gas Regasification Technology*”. U.S. Coast Guard Office of Operating and Environmental Standards. Deep Water Ports Standards Division.
- Helaludin, Hengky Wijaya. 2019. “Analisis Data Kualitatif: Sebuah Tinjauan Teori dan Praktik”. Edisi Pertama. Cetakan ke 1. Makassar.
- Idrawan, Rully. Falah Atif, Nurul (ed). 2014. *Metodologi Penelitian*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Kakac, S. Liu, H. 2002. “*Heat Exchanger: Selection, Rating, and Thermal Design*”. Florida CRC Press.
- Kristiansen. 2007. “*Analisis Defect Menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis)* Berdasarkan Data *Ground Finding Sheet (GFS)* PT. GMF Aeroasia. Jurnal Penelitian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Lexy, J Moleong. 2008. “*Metodologi Penelitian Kualitatif*”. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Marvin, Rausand. Arnljot, Hoyland. 2004. “*System Reliability Theory: Model, Statistical Method, And Application, Second Edition*”. John-Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- Narbuko, Cholid. 2005. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Bumi Aksara
- Nazir, Moh. Siukumbank, Risman F (ed). 2014. *Metode Penelitian*. Bogor Selatan: Ghalia Indonesia.
- Prastowo, Dwi. Julianti, Rifka. 2005. “Analisis Laporan Keuangan. Konsep dan Aplikasi”. Edisi Kedua. UPP AMP YKPN. Surabaya.
- Rachman, Ira. Hasan, Husni. Tantri, Francis. Setiawan, Indra. “Kebijakan Penetapan Rute Penerbangan pada *Era Asean Open Sky*”. Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik.
- Regasification System*. Hamworthy. 2008. Terminal Operation Manual FSRU Nusantara Regas Satu.
- S. Zaini, et al. 2013. “Analisis Ekonomis Penggunaan PLTG CNG Di Jakabaring Dalam Memenuhi Energi Listrik Waktu Beban Puncak Di Kota Palembang”. Seminar Nasional *Added Value Of Energy Resources (Avoer)*, pp. 173-178.

- Sinaga, Yessi Yolanda. Bintang, Cahyono. Wahyu Adi, Trijoko. 2014. "Identifikasi Dan Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode *FMEA* (*Failure Mode And Effect Analysis*) dan *FTA* (*Fault Tree Analysis*) Di Proyek Jalan Tol Surabaya". Mojokerto.
- Talentino, Taufik. 2016. "Analisis Kegagalan *Outer Tube Chlorination Plant* Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap PT. PJB UP Gresik". Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Walikrom, Ridho. 2018. "Studi Kinerja *Plate Heat Exchanger* pada Sistem Pendingin di PLTGU". Universitas Tridianti, 16 Juli 2018. Palembang. Jurnal Teknik Mesin.
- Winarni, Endang Widi. Kusumaningtyas, Retno Ayu (ed). 2018. Teori dan Praktik Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, PTK, R & D. Jakarta: Bumi Aksara.



LAMPIRAN 1

WAWANCARA 1

Hasil wawancara penulis dengan *Cargo Engineer* di *FSRU Nusantara Regas Satu* yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Penulis / *Engine Cadet* : Rizqi Saifuddin Pratama

Cargo Engineer : Yuni Armanto

Tempat dan Tanggal Wawancara : *Engine Control Room*, 23 September 2018

Penulis : Selamat pagi bas, mohon izin bertanya mengenai apa penyebab turunnya temperatur *export CNG* pada 6 September kemarin?

Cargo Eng : Selamat pagi det, penyebab turunnya temperatur *CNG* kemarin karena ada ketidaknormalan pada sistem skid no.2. Ada masalah pada sistem air laut regasifikasi seperti kotoranya filter *sea chest lifting pump* no.1 dan 3, *candle filter* no.1 dan *propane evaporator* no.1.

Penulis : Ijin bas, apa dampak yang ditimbulkan dari setiap ketidaknormalan komponen di atas?

Cargo Eng : Kotoranya filter *sea chest lifting pump* dan *candle filter* akan berdampak pada naiknya *differential pressure* pada filter *sea chest* hingga lebih dari 100.000 mbar dan *candle filter* lebih dari 50 mbar. Kemudian dampak dari kotoranya *propane evaporator* adalah rendahnya temperatur *propane* pada *propane tank* no.2 hingga mencapai 1,7°C.

Penuis : Mengapa ketidaknormalan sistem air laut pada sistem regasifikasi dapat mengakibatkan penurunan temperatur produksi *CNG*?

Cargo Eng : Karena air laut adalah media utama yang digunakan untuk memanaskan *propane* . Setelah itu *propane* yang telah dipanaskan oleh air laut akan digunakan untuk memanaskan sekaligus mengubah *LNG* menjadi *CNG* yang mempunyai temperatur normal di atas 30°C. Jadi kondisi dari sistem air laut sangat berpengaruh terhadap proses konversi *LNG* menjadi *CNG* itu sendiri. Kondisi sistem air laut yang kotor seperti kemarin menyebabkan sangat kurangnya air laut yang mengalir ke dalam *propane evaporator* karena air laut tertahan oleh kotorannya filter *sea chest lifting pump*, *candle filter* dan plastik yang ada pada sela-sela plate *evaporator*, sehingga proses pemanasan *propane* oleh air laut tidak dapat maksimal dan mengakibatkan pemanasan *CNG* juga tidak maksimal yang berdampak pada turunnya temperatur produksi *CNG*. Hal itu dapat dilihat dari temperatur *propane* pada *propane tank* no.2 yang terlalu rendah yaitu 1,7°C dari kondisi normal lebih dari 15°C. Kondisi ini menjadi sangat berpengaruh terhadap pemanasan *propane* dan *CNG* karena terjadi secara bersamaan. Karena biasanya apabila ketiga permasalahan tersebut terjadi secara bergantian dan masih terdapat waktu untuk melakukan perawatan maka penurunan temperatur *CNG* tidak akan terlalu rendah hingga mencapai 19°C.

Penulis : Ijin bertanya bas tentang upaya apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak dari faktor ketidak normalan sistem air laut sistem regasifikasi?

Cargo Eng : Upaya yang dilakukan untuk menangani ketidak normalan sistem air laut sistem regasifikasi yaitu dengan cara memindah operasional skid no.2 ke skid no.1, kemudian filter *sea chest* dan *candle filter* dibersihkan menggunakan udara dan air bertekanan. Untuk *propane evaporator* dapat dibersihkan menggunakan chemical nitrit acid agar memperoleh hasil yang maksimal.



LAMPIRAN 2

WAWANCARA 2

Hasil wawancara penulis dengan *Second Engineer* di *FSRU Nusantara Regas Satu* yang dilaksanakan pada saat penulis melaksanakan praktek laut.

Teknik : Wawancara

Penulis / *Engine Cadet* : Rizqi Saifuddin Pratama

Second Engineer : Mirza Adi Surya

Tempat dan Tanggal Wawancara : Kaliwungu, 25 Oktober 2020

Penulis : Selamat pagi bas, mohon izin bertanya mengenai apa penyebab turunnya temperatur *export CNG* pada 6 September 2018 kemarin?

Second Eng : Selamat pagi det, kalo menurut saya ada beberapa faktor tambahan yang mengakibatkan turunnya temperatur produksi *CNG* selain yang disebutkan oleh Yuni. Antara lain bocornya pipa air laut yang menuju ke *propane evaporator* no.2 pada train no.2, habisnya *coating* pada *inner* serta *outter cell* *chloropack* di kamar mesin dan kondisi perairan di sekitar kapal kita yang di penuh sampah plastik kiriman.

Penulis : Ijin bas, kemudian apa dampak yang ditimbulkan dari setiap faktor penyebab turunnya temperatur *CNG* di atas?

Second Eng : Bocornya pipa air laut yang menuju ke *propane evaporator* menyebabkan turunnya tekanan air laut yang keluar dari *propane evaporator*. Hal ini menandakan bahwa jumlah air laut yang masuk ke dalam *evaporator* sangat kurang sehingga pemanasan *propane* tidak dapat maksimal dan mengakibatkan turunnya temperatur produksi *CNG*. Kemudian dampak dari


habisnya *coating* pada *inner* serta *outter cell* chloropack mengakibatkan selisih tegangan antar *cell* lebih dari 1volt dan tegangan pada *PCU* tinggi, apabila hal ini dibiarkan maka kemungkinan besar akan terjadi *overheat* pada *cell* chloropack dan dapat terjadi ledakan yang membahayakan. Kemudian *fourth engineer* terpaksa tidak mengoperasikan chloropack, tetapi dampak lain yang ditimbulkan adalah tidak adanya sodium hypochlorite yang dihasilkan sehingga tritip banyak tumbuh di pipa-pipa air laut dan filter yang dapat menghambat aliran air laut menuju skid dan pemanasan *propane* tidak dapat maksimal. Yang terakhir kondisi perairan yang kotor berdampak pada cepat kotornya sistem air laut regasifikasi sistem seperti filter *sea chest lifting pump*, *candle filter* dan *propane evaporator*.

Penulis : Ijin bertanya bas tentang upaya apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak dari faktor ketidak normalan sistem air laut sistem regasifikasi?

Second Eng : Upaya yang dilakukan untuk menangani ketiga masalah tersebut yaitu dengan mengganti pipa air laut dengan *spare* yang sudah diperbaiki, mengganti *cell* chloropack yang sudah rusak dengan yang baru dan kita harus *stand-by* untuk membersihkan filter yang kotor secepat mungkin secara bergantian karena kita dapat mencegah banyaknya sampah kiriman dari darat yang biasa terjadi setelah turun hujan yang lebat.

LAMPIRAN 3

SHIP PARTICULAR

	GOLAR WILHELMSSEN MANAGEMENT
	GOLAR WILHELMSSEN MANAGEMENT AS OSLO
	BRYGGEGATA 3. 0250 OSLO. NORWAY
Ship Particulars	
Ship Name	Nusantara Regas Satu
Shipbuilder	Moss Rosenberg Vert Stavanger, Norway
Year Built	1977
Delivered	1977
Flag	Indonesia
Port of Registration	Jakarta
Call Sign:	POIN
IMO No.	7382744
Official Number	5978
Type of Cargo	LNG
Type of Ship	Segregated Ballast LNG Carrier/ LNG Regas Unit.
Classification	Det Norske Veritas (DNV)
	1A1 +OI Floating Offshore LNG Regasification Terminal, Regas, POSMOOR
Length Overall	293.74 m
Length between perpendicular	281.25 m
Breadth (moulded)	41.60 m
Depth (moulded)	25.00 m
Designed Draft (moulded)	11.45 m
Summer Draft (extreme)	11.726 m
Cargo Tank Capacity	125,024 m ³
Gross Tonnage	96,235 tonnes
Net Tonnage	28,870 tonnes
Displacement at summer draft	101,603 tonnes
Deadweight at summer	73,074 tonnes
Lightship weight	30,702 tonnes
Telephone (Bridge) 24/7	Tel. +62 21 29615358
Tel. terminal Manager	Tel. +62 21 29615357
Mob(Control Station 24/7	Mob. +62(0)811 1636 452
Mob (Terminal Manager	+62 811 163 6844
Email	Master.Nusantaral@vsl.golar.com
Owner	PT. Golar Indonesia
Address	Globe Building 6 th Floor, Jl. Buncit Raya Kav 31-33 Jakarta 12740 - Indonesia
Tel.	+62 21 7918 7006/07 (During Office Hours)
Fax.	+62 21 7918 7097/98
Charterer	PT. Nusantara Regas
Fax.	+62 21 315 9525 ; +62 21 315 9579
Operator	Golar Management Norway AS

LAMPIRAN 3

SHIP PARTICULAR

Address	Fridtjof Nansens Plass 4, 0160 Oslo, Norway
---------	---



LAMPIRAN 4

CREW LIST FSRU NUSANTARA REGAS SATU

<i>Vessel:</i>		FSRU NUSANTARA REGAS SATU		
<i>Port :</i>		JAKARTA		
No.	Rank	Last Name, First Name	Sex	Nationality
1	<i>Terminal Manager</i>	IVICA ASANOVIC	M	<i>Croatian</i>
2	<i>Process Manager 1</i>	BAGUS PURNOMO	M	<i>Indonesian</i>
3	<i>Process Manager 2</i>	SUGENG NUGROHO	M	<i>Indonesian</i>
4	<i>Asst.Proces.Mana.1</i>	MAFLIH MAJAZI	M	<i>Indonesian</i>
5	<i>Asst.Proces.Mana.2</i>	CATUR PUTRA BANU SAKTI	M	<i>Indonesian</i>
6	<i>Asst.Proces.Mana.3</i>	IMAM PURWANTO	M	<i>Indonesian</i>
7	<i>Technical Manager</i>	MAROVIC MILOS	M	<i>Croatian</i>
8	<i>Asst.Tech.Manager 1</i>	MOCH. ARIFIN	M	<i>Indonesian</i>
9	<i>Asst.Tech.Manager 2</i>	AGUS TRIWIBOWO	M	<i>Indonesian</i>
10	<i>E/Room Operator 1</i>	EDI CAHYONO	M	<i>Indonesian</i>
11	<i>E/Room Operator 2</i>	RIZAL ARIFIANSYAH	M	<i>Indonesian</i>
12	<i>E/Room Operator 3</i>	TERNAMA PARGAULAN	M	<i>Indonesian</i>
13	<i>Cargo Mechanic 1</i>	MARKO SOVILJ	M	<i>Croatian</i>
14	<i>Cargo Mechanic 2</i>	MIRZA ADI SURYA	M	<i>Indonesian</i>
15	<i>Cargo Mechanic 3</i>	KUSUMA ADI PRASETYA	M	<i>Indonesian</i>
16	<i>Electrical Technic.1</i>	KARLO OCCIDENTALE	M	<i>Croatian</i>
17	<i>Electrical Technic.2</i>	OSKAR	M	<i>Indonesian</i>
18	<i>Deck Cadet</i>	M. KEVIN FERNANDO DJAFAR	M	<i>Indonesian</i>
19	<i>Deck Cadet</i>	M. RAHMADHANI SIDQI ZT	M	<i>Indonesian</i>
20	<i>Engine Cadet</i>	RACHMAD MOHAMMAD SANDA A.	M	<i>Indonesian</i>
21	<i>Engine Cadet</i>	RIZQI SAIFUDDIN PRATAMA	M	<i>Indonesian</i>

LAMPIRAN 5

LEMBAR KUISIONER MASINIS 2

**KUISIONER TENTANG PENENTUAN PRIORITAS FAKTOR
PENYEBAB TERJADINYA MASALAH “PENURUNAN TEMPERATUR
PRODUKSI COMPRESSED NATURAL GAS PADA SKID
REGASIFICATION UNIT DI FSRU NUSANTARA REGAS SATU”**

NAMA : AGUS TRI WIBOWO
JABATAN : SECOND ENGINEER
TEMPAT KERJA : FSRU NUSANTARA REGAS SATU


NO	MASALAH	NILAI USG			SKOR	RANKING
		U	S	G		
1	Kondisi sistem air laut <i>regasification unit</i> yang tidak normal	4	5	5	14	1
2	Bocornya pipa aliran masuk air laut menuju <i>propane evaporator</i>	4	3	3	10	4
3	Habisnya <i>coating</i> pada <i>inner</i> serta bocornya <i>outter</i> pada cell chloropack	3	4	4	11	3
4	Banyaknya sampah kiriman di sekitar FSRU Nusantara Regas Satu	4	4	4	12	2

KLATEN, 15 NOVEMBER 2020



AGUS TRI WIBOWO

LAMPIRAN 6
PROSEDUR PEMBERSIHAN PROPANE EVAPORATOR

 Golar LNG FSRU Nusantara Regas Satu	<i>Procedure</i>	<i>Cleaning SW Evaporator by Nitric Acid</i>
	<i>Effective</i>	01.07.2016
	<i>Issue Date</i>	01.07.2016
	<i>Revision</i>	1

2.12 Procedures to Clean SW evaporator by Nitric Acid

Please confirmed the train is stopped before cleaning SW evaporator

Preparation when handling Nitric Acid:

- Chemical-resistant gloves
- Chemical-resistant apron
- Chemical splash goggles
- Disposable mask
- Plastic container/drums
- Wilden pump with hoses
- Glass beakers

Drain SW in the system until dry

Isolation valve inlet and outlet SW must be closed

To clean mineral scales inside Evaporator we need concentrate 0.5ltr Nitric acid per 100ltrs (recommended by maker)

Fill the plastic container/drum (200ltrs) with FW and diluted with 1ltr Nitric acid


Connect the special flange from SW inlet line, start fill up with water concentrate nitric acid by wilden pump thru evaporator and SW outlet line.

We clean the evaporator by circulating this water concentrate for at least 24 hrs period

To fill up until full cycle in the evaporator and line, we need approx.1200ltr water concentrate

To fill up until full cycle in the preheater and line, we need approx.. 750ltr water concentrate

LAMPIRAN 7
PROSEDUR PEMBERSIHAN S.W LIFTING PUMP FILTER


 Golar LNG FSRU Nusantara Regas Satu	<i>Procedure</i>	<i>Cleaning SW Lifting Pump Sea Chest Filter</i>
	<i>Effective</i>	01.07.2016
	<i>Issue Date</i>	01.07.2016
	<i>Revision</i>	1

2.16. Cleaning SW Lifting Pump Sea Chest Filter

- *Open inlet valve on the filter side just a little bit*
- *Open purging valve on the filter cover to blow air inside of the filter*
- *Open discharge valve on the discharge line from S.W lifting pump only 10%*
- *Start S.W lifting pump, while open discharge valve to 100%*
- *Close discharge valve from the other pump, remaining only 10% open*
- *Stop S.W lifting pump, and fully close discharge valve on the discharge line*
- *Close inlet valve on the filter side*
- *Open the purging valve to release water pressure in the filter*
- *Open bolt and nut on the filter cover*
- *Lift the sea chest filter and clean by high water and air pressure*

LAMPIRAN 8

PROSEDUR PEMBERSIHAN CANDLE FILTER ELEMENTS

 FSRU Nusantara Regas Satu	<i>Procedure</i>	<i>Cleaning/replacing filter elements</i>
	<i>Effective</i>	01.07.2016
	<i>Issue Date</i>	01.07.2016
	<i>Revision</i>	1

8.5 Cleaning/replacing filter elements

8.5.1 Preparatory work

NOTE

If you are using a BOLL & KIRCH Filterbau GmbH controller, you will find more detailed information in the documentation for the controller.

If you are using your own controller or another manufacturer's controller, the respective documentation must be followed.

X Take the plant out of operation or open the shut-off valves of the by-pass line.

X Switch off the controller.

DANGER!

Risk of accidents due to controller being switched on unintentionally

During maintenance accidents may be caused if the controller is switched on unintentionally, e.g. by starting up the drives or from expelled medium.

- *Secure the controller to prevent it from being switched on unintentionally, e.g. by attaching a lock.*

X On filters with a pneumatically or hydraulically controlled backflushing discharge valve close the shut-off valves (if fitted) for the control medium.

X Close the shut-off valves on the connection lines.

DANGER!

Risk of accidents from expelled medium

Hot medium may be expelled when opening the vent.

- *Proceed with extreme caution.*
- *Wear the appropriate safety equipment and clothing.*

LAMPIRAN 8

PROSEDUR PEMBERSIHAN CANDLE FILTER ELEMENTS

DISPOSAL

Leaks must be caught immediately. Make sure that expelled medium is disposed of properly and in an environmentally friendly manner.

X Depressurise the filter. Carefully open the vent.

DANGER!

Risk of accidents from expelled medium

Hot medium may be expelled when opening the drain hole.

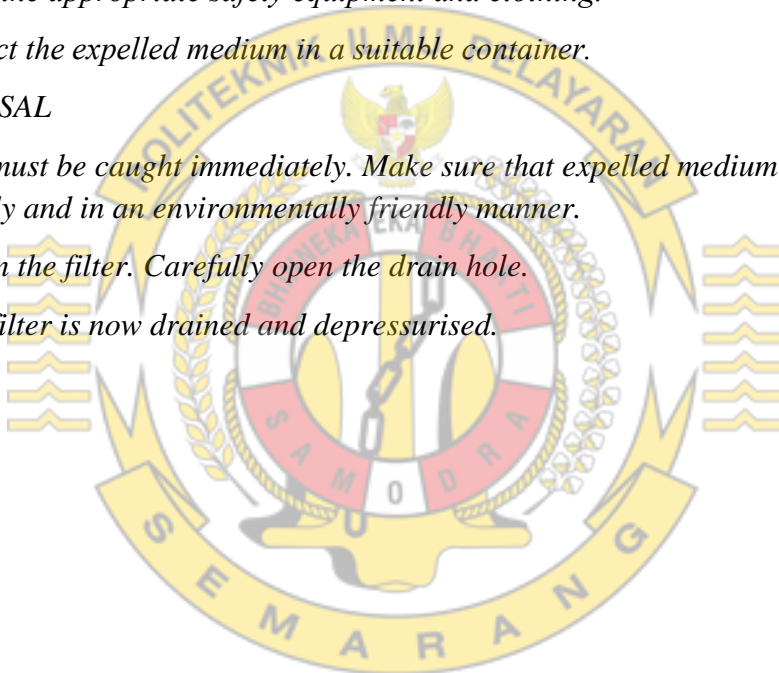
- *Proceed with extreme caution.*
- *Wear the appropriate safety equipment and clothing.*
- *Collect the expelled medium in a suitable container.*

DISPOSAL

Leaks must be caught immediately. Make sure that expelled medium is disposed of properly and in an environmentally friendly manner.

X Drain the filter. Carefully open the drain hole.

X The filter is now drained and depressurised.



LAMPIRAN 9

LAMPIRAN GAMBAR



Gambar Wawancara dengan *Cargo Engineer*



Gambar pembersihan filter *sea chest lifting pump*



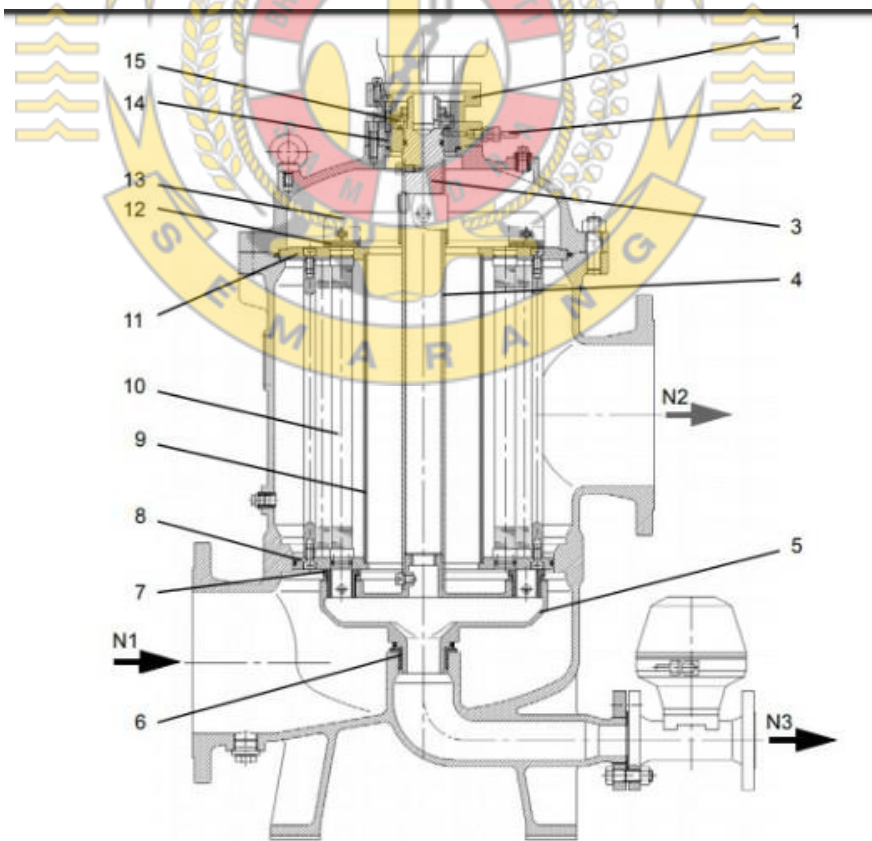
Gambar Manifold *Export CNG*



Gambar *Propane Evaporator*

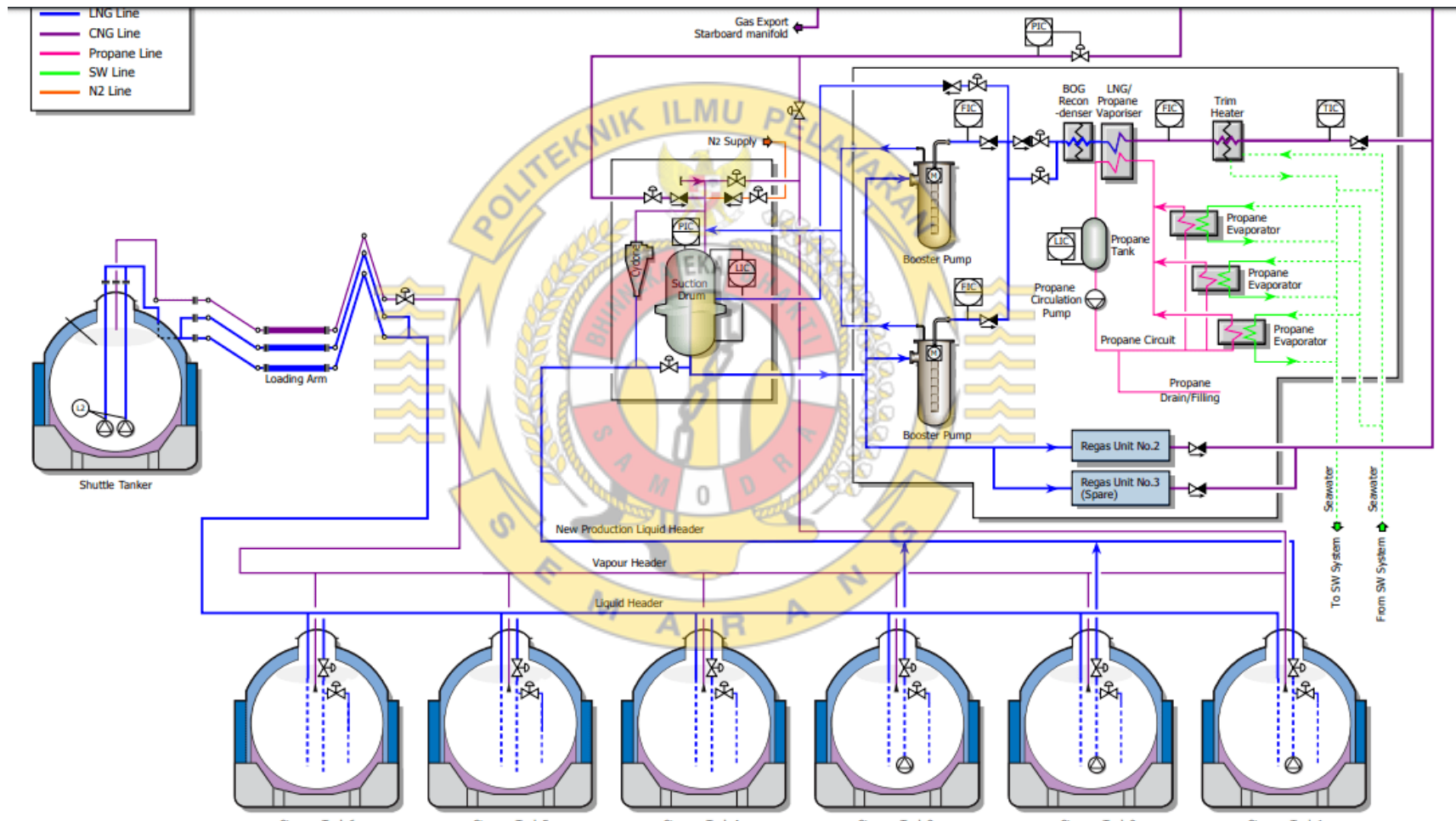


Gambar Chlorination Unit

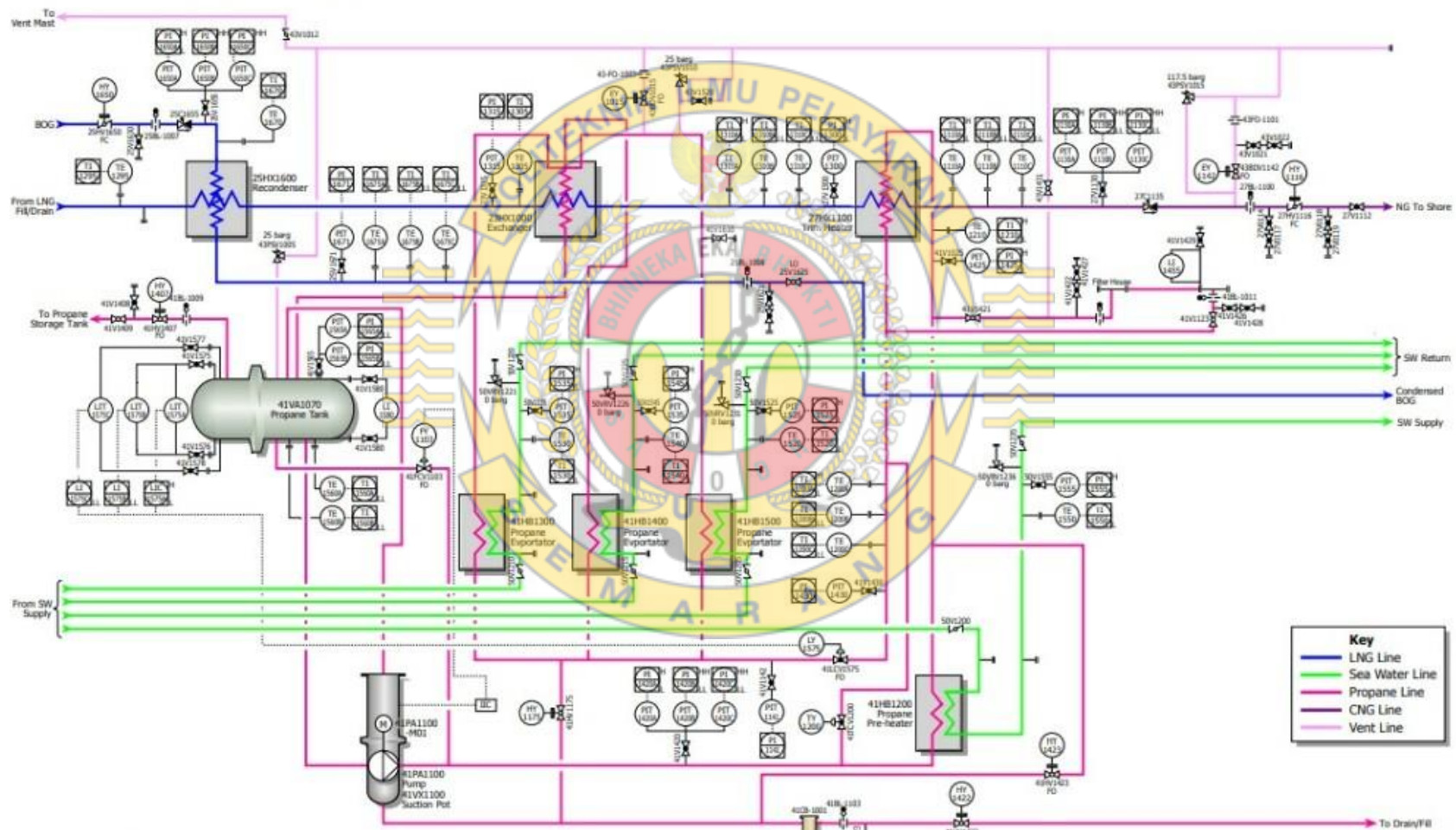


Gambar *Candle filter* Air Laut Sistem Regasifikasi

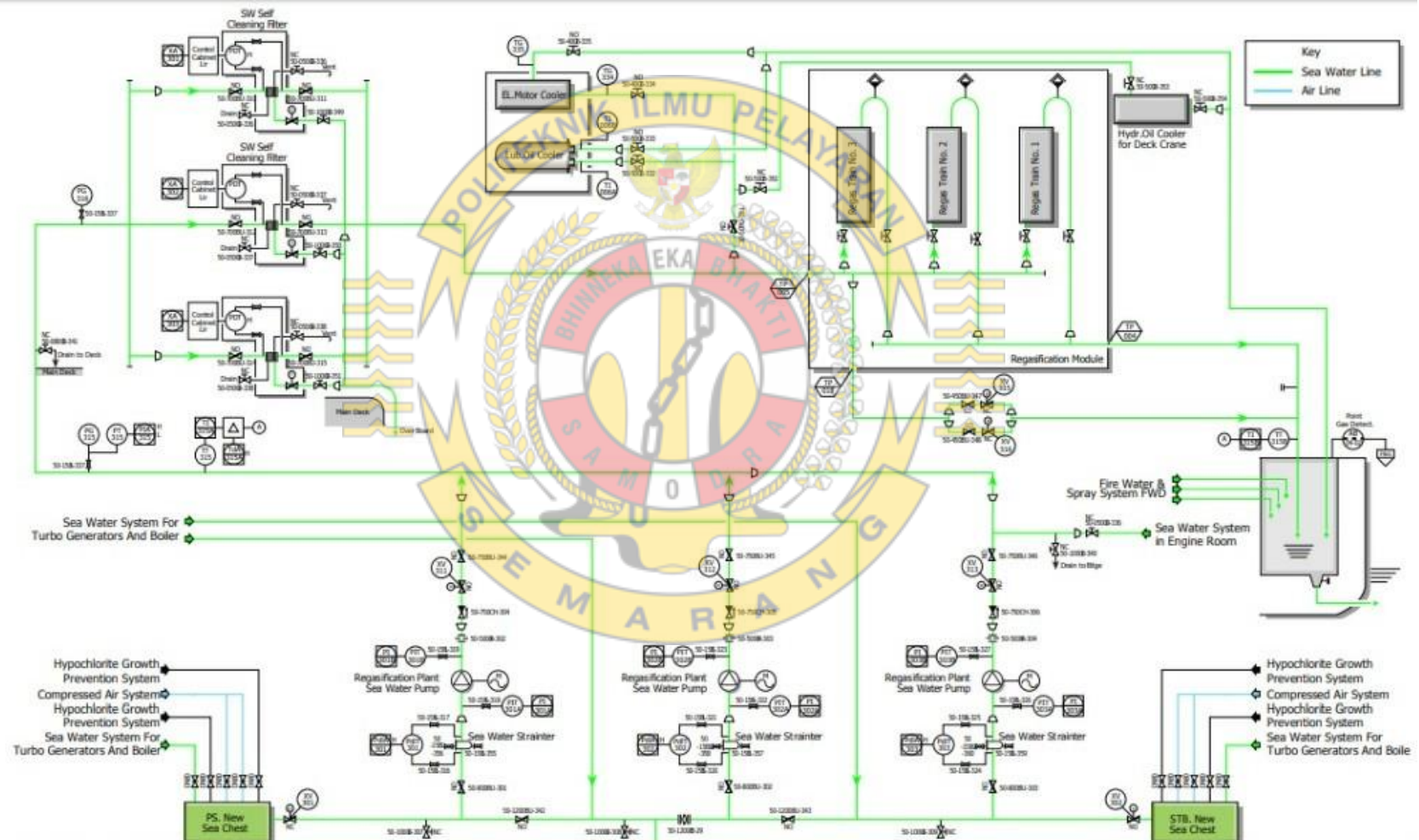
Gambar Sistem Regasifikasi



Gambar Skid Regasification System



Gambar Sistem Air Laut Unit Regasifikasi



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Rizqi Saifuddin Pratama
 2. Tempat, Tanggal Lahir : Kendal, 12 Juni 1998
 3. NIT : 531611206126 T
 4. Agama : Islam
 5. Jenis Kelamin : Laki-laki
 6. Golongan Darah : A
 7. Alamat : Ds. Purwokerto RT: 03 RW: 01, Kec.
Brangsong, Kab. Kendal, Jawa Tengah
(51371)
- 
8. Nama Orang tua :
 - 8.1. Ayah : Suratman
 - 8.2. Ibu : Indariyati
 9. Alamat : Ds. Purwokerto RT: 03 RW: 01, Kec.
Brangsong, Kab. Kendal, Jawa Tengah
(51371)
 10. Riwayat Pendidikan :
 - 10.1. SD : SD N 2 Purwokerto, tahun 2004 - 2010
 - 10.2. SMP : SMP N 1 Brangsong, tahun 2010 - 2013
 - 10.3. SMA : SMA N 1 Kendal, tahun 2013 - 2016
 - 10.4. Perguruan Tinggi : PIP Semarang, tahun 2016 - 2021
 11. Praktek Laut :
 - 11.1. Perusahaan Pelayaran : PT. EQUINOX BAHARI UTAMA
 - 11.2. Nama Kapal : FSRU NUSANTARA REGAS SATU
LNG / C GOLAR FROST
 - 11.3. Masa Layar : 25 Agustus 2018 - 14 Maret 2019
25 April 2019 - 26 Oktober 2019