

PENYEBAB PENURUNAN TEMPERTUR PRODUKSI COMPRESSED NATURAL GAS PADA SKIDREGASIFICATION UNIT DI FSRU NUSANTARA REGAS SATU

Rizqi Saifuddin Pratama^{1*}, H. Mustholiq², Moh. Zaenal Arifin³

¹Program Studi Teknik Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

*e-mail koresponden: rizqipratama217@gmail.com

Abstrak

Proses regasifikasi LNG terjadi di dalam sistem skidregasification yang terdiri dari sistem LNG/CNG, sistem propane sebagai intermediate fluid dan sistem air laut sebagai pemanas intermediate fluid. LNG dipanaskan dan di konversi menjadi CNG di dalam LNG vaporizer dan trim heater oleh propane. CNG hasil produksi digunakan sebagai bahan bakar mesin pembangkit listrik di PLTU Muara Karang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang disebabkan oleh kondisi skid terhadap temperatur CNG yang diproduksi. Kondisi skid yang tidak normal berakibat tidak optimalnya pemanasan propane oleh air laut pada propane evaporator. Temperatur propane yang terlalu rendah tidak mampu untuk memanaskan CNG hingga temperatur di atas 30°C dan akan berakibat pada penurunan temperatur CNG yang mengganggu operasional PLTU Muara Karang. Teknik pengumpulan data terdiri dari observasi, studi pustaka dan wawancara. Data tersebut dianalisis dengan metode FTA untuk membahas faktor-faktor penyebab sekaligus menentukan prioritas dari faktor tersebut yang menjadi prioritas timbulnya permasalahan. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa faktor utama yang menyebabkan penurunan temperatur produksi CNG adalah kondisi sistem air laut regasification unit yang tidak normal. Kotornya sistem air laut akan menghambat proses pemanasan propane di propane evaporator yang selanjutnya akan digunakan untuk memanaskan LNG menjadi CNG.

Katakunci: *Compresses Natural Gas, Temperatur, Skid, Propane Evaporator*

Abstract

LNG regasification process occurs in skid regasification system consisting of LNG / CNG system, propane system as intermediate fluid and seawater system as intermediate fluid heater. LNG heated and converted into CNG in LNG vaporizer and trim heater by propane. CNG produced is used as fuel for power plant at Muara Karang PLTU. This study aims to determine the effect caused by skid conditions on the temperature of CNG produced. Abnormal skid conditions result in not optimal heating of propane by sea water in propane evaporator. Propane temperature that is too low will not be able to heat CNG to temperatures above 30 ° C, it will result in a decrease in CNG temperature and disrupt operation of Muara Karang PLTU. Data collection techniques consisted of observation, literature study and interviews. The data is analyzed using the FTA method to discuss the causative factors as well as to determine the priority of these factors which become the priority for the emergence of problems. The results of the study, it was concluded that main factor that caused decline in CNG production temperature was abnormal condition of sea water regasification unit system. Dirty seawater systems will hamper the propane heating process in the propane evaporator which will be used to heat CNG.

Keywords: *Compresses Natural Gas, Temperatur, Skid, Propane Evaporator*

PENDAHULUAN

Proses konversi dari *LNG* (Liquified Natural Gas) menjadi *CNG* (Compressed Natural Gas) 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*. *Compressed Natural Gas* atau *CNG* [1] 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 regasifikasi [2] 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* [3] 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 temperatur normal yaitu diatas 30°C . 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 pengoprasian *FSRU* Nusantara Regas Satu maka akan terjadi permasalahan pengoprasian generator pada PLTU Muara Karang, yang kemudian akan terjadi gangguan distribusi daya listrik di daerah Jakarta dan Jawa Barat.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh kondisi *skid regasification* terhadap temperatur produksi *CNG* yang diproduksi. Kondisi *skid* yang tidak normal, terutama pada sistem air laut akan sangat berpengaruh terhadap temperatur *CNG* yang diproduksi. Air laut mempunyai fungsi sebagai pemanas *propane* sebagai *intermediate fluid*. Pemanasan *propane* oleh air laut terjadi di dalam *propane evaporator* dan *propane pre heater* yang ada pada setiap *skid regasification*. *Propane* yang telah dipanaskan oleh air laut akan digunakan sebagai pemanas utama sekaligus mengkonversi *LNG* menjadi *CNG*. Proses pemanasan *LNG* oleh *propane* berturut-turut terjadi didalam *LNG vaporizer* dan *LNG trim heater*. Kondisi sistem air laut yang tidak normal akan berakibat pada tidak optimalnya pemanasan *propane* oleh air laut. Temperatur *propane* yang terlalu rendah akan mengakibatkan pemanasan *CNG* tidak maksimal dan temperatur *CNG* akan berada di bawah batas normal yaitu 30°C . Temperatur *CNG* yang rendah tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin pembangkit listrik di PLTU Muara Karang, akibatnya proses operasional PLTU akan terganggu dan secara tidak langsung juga akan mengganggu proses suplai listrik di daerah Jakarta dan Jawa Barat.

Pada saat *FSRU* Nusantara Regas Satu melakukan normal operasi di perairan Kepulauan Seribu Jakarta tanggal 31 Agustus 2018 pukul 13.30 WIB, terjadi penurunan temperatur produksi *Compressed Natural Gas* dari yang sebelumnya sebesar $30,63^{\circ}\text{C}$ menjadi $21,34^{\circ}\text{C}$. Pada saat itu *regasification unit* beroperasi dengan menggunakan 2 *skidregasification unit*, yaitu *skid* no.2 dan *skid* no.3, setelah dilakukan pengecekan oleh *cargo engineer* ternyata terjadi kebocoran pada pipa air laut yang akan masuk ke *propane evaporator* no.2 pada *skidregasification* no.2 hal ini mengakibatkan turunnya tekanan *outlet* air laut dari *propane evaporator* yang normalnya 0,8 bar menjadi 0,3 bar. Karena kebocoran pipa air laut tersebut berakibat tidak optimalnya kerja *evaporator* untuk memanaskan *propane* yang selanjutnya digunakan untuk memanaskan *CNG* pada *LNG vaporizer* dan *trim heater*. Melihat kondisi tersebut, kemudian *cargo engineer* memutuskan untuk memindah operasional

skid no.2 ke *skid* no.1. Setelah dilakukan penggantian operasional *skid* pada pukul 14.05 WIB, temperatur produksi *CNG* kembali normal yaitu sebesar 28,00°C. Pada tanggal 2 September 2018 setelah dilakukan perbaikan pada pipa air laut, *cargo engineer* kembali memindah operasional *skid* no.1 ke *skid* no.2, tetapi dari tanggal 2 September sampai pada tanggal 6 September 2018 terjadi penurunan temperatur produksi *CNG* secara bertahap hingga mencapai temperatur 19,16°C. Setelah dilakukan pengecekan tidak ditemukan kebocoran pipa air laut pada *propane evaporator* seperti yang terjadi pada tanggal 31 Agustus 2019. Penurunan temperatur produksi *CNG* ini diindikasikan terjadi karena adanya ketidaknormalan pada sistem *skidregasification unit*, hal ini ditandai dengan terjadinya kenaikan *differential pressure* pada filter *sea chest lifting pump* no.1 dan 3, *candle filter* air laut no.1. Terjadinya penurunan tekanan air laut di *propane evaporator* pada *skidregasification* no.2. Serta terjadinya penurunan temperatur *propane* pada *propane tank*.

METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian digunakan metode penelitian deskriptif kualitatif kemudian dilakukan pengkajian terhadap dokumen-dokumen yang berkaitan dengan pengoperasian unit regasifikasi dan menggunakan fakta-fakta dari pengalaman serta pengetahuan yang telah dipadukan dari permasalahan yang dilihat dan dialami saat melaksanakan praktek berlayar kurang lebih selama 6 bulan di *FSRU Nusantara Regas Satu* yang dioperasikan dibawah manajemen perusahaan PT. Golar *LNG* pada tanggal 25 Agustus 2018 sampai dengan tanggal 14 Maret 2019 sebagai *cadet* mesin.

Sumber Data Penelitian

Sumber data penelitian dibedakan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer [4] merupakan tempat penyimpanan yang orisinal dari suatu kejadian yang merupakan sumber-sumber dasar sebagai bukti atau saksi utama dari kejadian yang lalu seperti data hasil wawancara atau jejak pendapat dari individu maupun kelompok dan hasil sebuah observasi yang dilakukan penulis dari suatu permasalahan menurunnya temperatur produksi *CNG* pada *skidregasification unit* di *FSRU Nusantara Regas Satu*. Data sekunder adalah sumber data yang diperoleh melalui media perantara atau secara tidak langsung yang berupa buku, catatan, serta arsip lainnya contohnya seperti *log book* atau arsip yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data [5] teknik pengumpulan data merupakan cara mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk menjawab rumusan masalah penelitian., umumnya cara mengumpulkan data dapat menggunakan teknik observasi (pengamatan), wawancara, dan studi pustaka. Dalam penelitian ini penulis melakukan observasi [6] yaitu dengan melakukan pengamatan kemudian pencatatan yang bersifat sistematis, logis, objektif dan rasional terhadap fenomena tertentu dalam hal ini terhadap kondisi sistem regasifikasi ketika penulis melaksanakan praktek laut (prala). Wawancara [7] adalah percakapan yang dilakukan dengan maksud tertentu antara dua pihak, yaitu pewawancara (*interviewer*) yang mengajukan pertanyaan dan terwawancara yang memberikan jawaban atas pertanyaan yang diajukan. Narasumber yang dipilih dalam penelitian ini adalah *second engineer* selaku penanggung jawab terhadap kelancaran seluruh pekerjaan di atas kapal, dan *cargo engineer* selaku perwira mesin yang bertanggung mengenai operasional, perbaikan dan perawatan unit regasifikasi di *FSRU Nusantara Regas Satu*. Studi Pustaka [8] adalah pencarian data-data mengenai hal-hal atau variabel berupa catatan, buku, agenda dan sebagainya. Buku yang dimaksud dalam hal ini adalah buku yang dijadikan referensi yaitu *instruction manual book* (buku instruksi manual) dan buku-buku dari perpustakaan.

Teknik Analisis Data

Teknik analisa data [9] adalah suatu upaya dalam menguraikan suatu masalah atau fokus kajian menjadi bagian-bagian sehingga susunan dan tatanan bentuk sesuatu yang diurai tersebut tampak dengan jelas terlihat dan mudah dicerna atau ditangkap maknanya. Metode yang digunakan untuk menganalisa data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif, metode deskriptif

[10] adalah suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang yang bertujuan untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar kejadian yang diteliti. Metode penelitian kualitatif [11] adalah penelitian yang bermaksud untuk memahami kejadian tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian misalnya perilaku, persepsi serta tindakan dengan cara di deskripsikan dalam bentuk kata-kata dan bahasa, pada suatu konteks khusus yang alamiah dan dengan memanfaatkan berbagai metode alamiah, dimana dalam penulisan penelitian ini menerangkan semua kejadian atau peristiwa yang terjadi diatas kapal dengan identifikasi masalah pokok prioritas menggunakan *FTA. Fault tree analysis* [12] adalah merupakan metode analisis deduktif dengan menggambarkan grafik enumerasi dan analisis bagaimana suatu kerusakan bisa terjadi dan beberapa peluang terjadinya kerusakan.

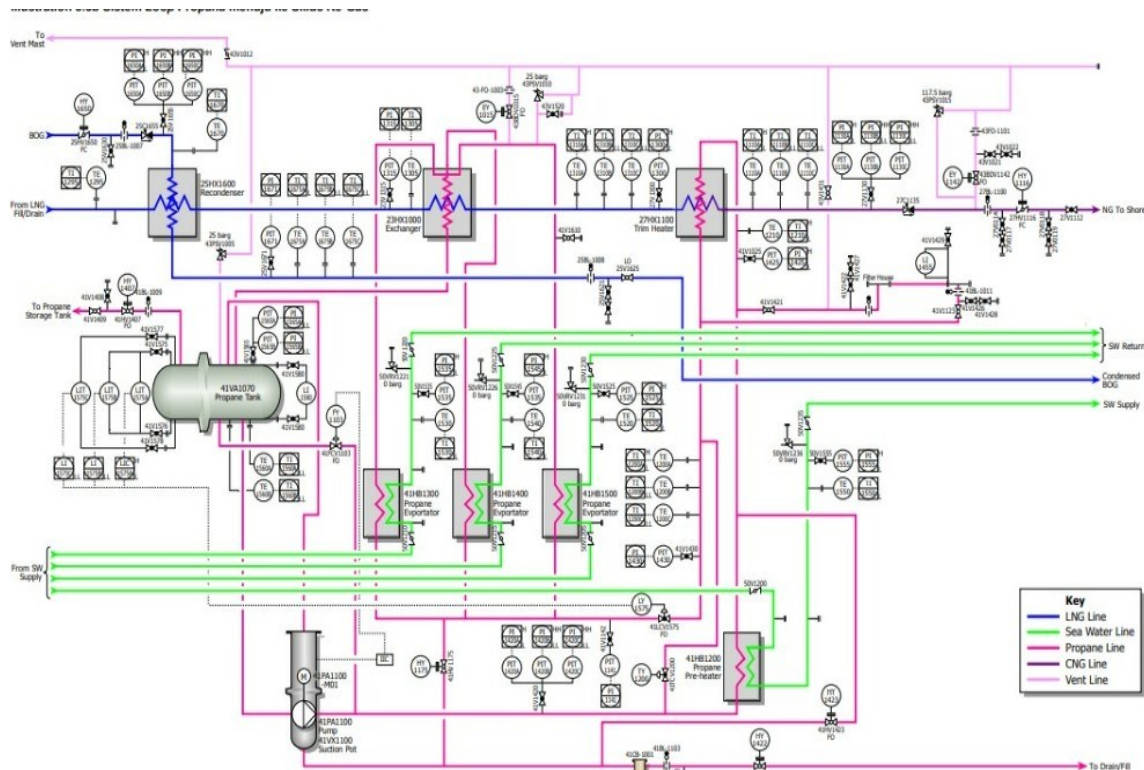
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan membahas penyebab, dampak dan upaya dari faktor terjadinya penurunan temperatur produksi *CNG* pada *skidregasification* di *FSRU* Nusantara Regas Satu. Alasan dilakukannya penelitian ini yaitu berdasarkan pada pentingnya kelancaran proses regasifikasi, kelancaran proses regasifikasi akan berpengaruh terhadap kelancaran proses operasional PLTU Muara Karang. Apabila terjadi permasalahan pada *exportCNG* dari *FSRU* ke PLTU akan mengakibatkan kurangnya bahan bakar yang digunakan untuk proses pengoperasian mesin pembangkit listrik di PLTU dan tentunya akan terjadi masalah pada suplai listrik untuk daerah Jakarta dan Jawa Barat.

a. Gambaran Umum Objek Penelitian

Kapal *FSRU* memiliki peranan yang sangat penting pada era yang semakin maju seperti saat ini. Karena *FSRU* memiliki fungsi untuk mengkonversikan gas alam yang masih berbentuk cair dengan temperatur -160 (*LNG*) menjadi bentuk gas alam yang dikompresikan dengan tekanan 70 bar dan memiliki temperatur di atas 30°C . Selanjutnya *CNG* dari kapal *FSRU* akan didistribusikan menuju PLTU untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar utama permesinan pembangkit listrik di PLTU sehingga PLTU akan dapat memasok kebutuhan listrik di suatu daerah tertentu. Oleh sebab itu, kelancaran operasional maupun perawatan pada kapal ini menjadi hal yang sangat penting dan harus dilaksanakan.

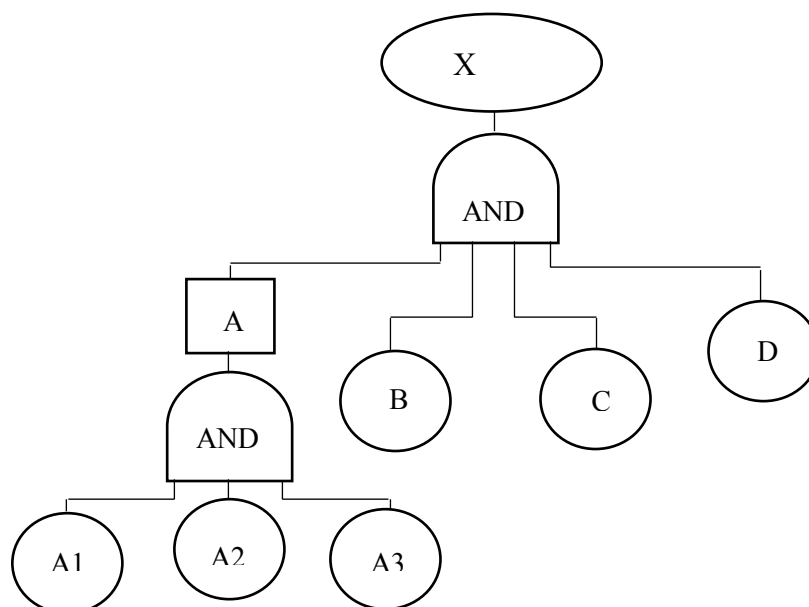
Kelancaran proses konversi gas alam di kapal *FSRU* tentunya sangat bergantung pada kondisi *regasification unit* di kapal tersebut. *Regasification unit* merupakan tempat utama terjadinya proses konversi gas alam cair menjadi *CNG*. Pada *regasification unit* terdapat empat sistem yaitu sistem *liquified natural gas*, sistem *compressed natural gas*, sistem *propane* dan sistem air laut. Keempat sistem tersebut terdapat pada setiap *skid* yang ada pada *unit* regasifikasi. Dengan kata lain, kelancaran proses konversi sangat bergantung pada kondisi dari tiap-tiap *skid* itu sendiri. Dari keempat sistem tersebut terdapat dua sistem yang mempunyai peranan penting dalam proses konversi, yaitu sistem *propane* sebagai *intermediate fluid* serta sistem air laut sebagai pemanas *intermediate fluid*. Proses pemanasan propane oleh air laut terjadi di dalam 3 *propane evaporator* dan 1 *propane pre heater* yang ada pada setiap *skid regasification unit*. Air laut disirkulasikan secara *open loop* menggunakan *sea water lifting pump* yang ada di kamar mesin, sedangkan propane disirkulasikan secara *close loop* menggunakan *propane pump* yang terdapat pada setiap *skid regasification*. Proses pemanasan dan konversi *LNG* menjadi *CNG* oleh propane terjadi didalam *LNG vaporizer* dan *CNG trim heater*. Berikut adalah *piping diagram* sistem regasifikasi yang ada di kapal *FSRU* Nusantara Regas Satu.



Gambar 1. Piping Diagram SkidRegasification

b. Faktor Penyebab Penurunan Temperatur Produksi CNG

Pada penelitian ini penulis menjelaskan tentang faktor-faktor penyebab turunnya temperatur produksi CNG pada skidregasification unit di FSRU Nusantara Regas Satu dan data diperoleh dari hasil observasi, wawancara dan studi pustaka. Faktor penyebab tersebut berasal dari faktor kondisi sistem air laut regasification unit yang tidak normal, bocornya pipa aliran masuk air laut menuju propane evaporator no.2 pada skidregasification no.2, habisnya coating pada inner serta bocornya outter cell pada chloropack, banyaknya sampah kiriman di sekitar FSRU Nusantara Regas Satu. Faktor-faktor tersebut disusun dengan diagram pohon kesalahan dengan menggunakan gerbang logika “and” yang berarti bahwa dari setiap faktor yang ada memiliki keterkaitan atau saling berhubungan dengan faktor yang lain untuk dapat terjadi permasalahan berupa penurunan temperatur CNG.

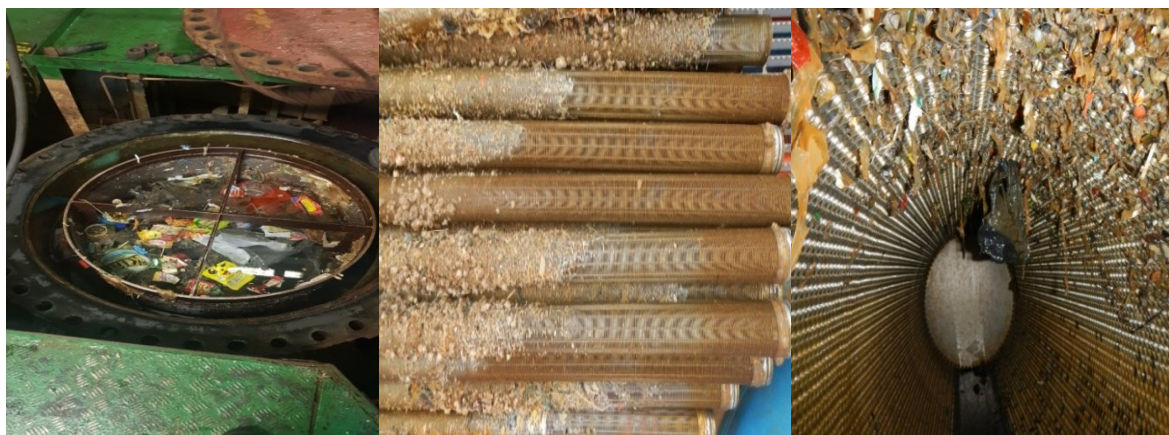


Gambar 2. Diagram Fault Tree Penurunan Temperatur CNG

Keterangan :

- X : Turunnya temperatur produksi *CNG*
- A : Kondisi sistem air laut *regasification unit* yang tidak normal
- A1 : Tersumbatnya filter *sea chest lifting pump* oleh material asing
- A2 : *Candle filter* tersumbat oleh tritip dan potongan plastik
- A3 : *Propane evaporator* tersumbat sampah plastik
- B : Bocornya pipa aliran masuk air laut menuju *propane evaporator* no.2 pada *skidregasification* no.2
- C : Habisnya *coating* pada *inner* serta bocornya *outter* pada *cell* chloropack
- D : Banyaknya sampah kiriman di sekitar *FSRU Nusantara Regas Satu*

Faktor pertama yang menjadi penyebab turunnya temperatur produksi *CNG* pada *skidregasification unit* karena kondisi sistem air laut *regasification unit* yang tidak normal. Kotornya filter *sea chest lifting pump* oleh material asing seperti tritip, plastik dan ikat laut yang ikut terhisap pompa. Apabila filter dalam kondisi kotor maka *differential pressure* filter akan naik, kemudian aliran air laut menuju ke *skidregasification* akan terhambat dan pemanasan *propane* tidak dapat maksimal, hal ini berdampak pada tidak optimalnya pemanasan *LNG* oleh *propane* dan produksi *CNG* akan mengalami penurunan temperatur. Upaya yang dapat dilakukan untuk menangani dampak dari faktor kotornya filter *sea chest lifting pump* adalah melakukan pembersihan dengan cara manual atau menggunakan air dan angin bertekanan. *Candle filter* air laut yang tersumbat oleh tritip dan potongan plastik. Apabila filter dalam kondisi kotor maka *differential pressure* filter akan naik, kemudian aliran air laut menuju ke *skidregasification* akan terhambat dan pemanasan *propane* tidak dapat maksimal, hal ini berdampak pada tidak optimalnya pemanasan *LNG* oleh *propane* dan produksi *CNG* akan mengalami penurunan temperatur. Upaya yang dapat dilakukan untuk menangani dampak dari faktor kotornya *candle filter* air laut adalah membuka *cover* pada *filter housing* dan melepas serta membersihkan *candle filter* satu per satu menggunakan air dan angin bertekanan. *Propane evaporator* tersumbat sampah plastik. Apabila *propane evaporator* kotor maka pemanasan *propane* pada *propane evaporator* tidak maksimal, hal ini berakibat pada turunnya temperatur *propane* pada *propane tank*. Keadaan ini juga menandakan bahwa proses pemanasan *LNG* oleh *propane* tidak maksimal yang berdampak pada penurunan temperatur produksi *CNG*. Upaya yang dilakukan untuk menangani kotornya *propane evaporator* adalah dengan membuka dan membersihkan bagian dalam *evaporator* dari sampah plastik, selain itu juga dapat dilakukan metode pembersihan *chemical cleaning* dengan mensirkulasikan air tawar yang telah dicampur oleh *nitrit acid* ke dalam *propane evaporator* selama kurang lebih 1-2 hari.



Gambar 3. Sistem Air Laut Regasification Unit Yang Kotor

Faktor kedua penyebab turunnya temperatur produksi *CNG* pada *skidregasification unit* adalah terdapat kebocoran pipa air laut yang akan masuk ke dalam *propane evaporator*. Kondisi ini mengakibatkan kurangnya air laut yang digunakan untuk memanaskan *propane* pada *evaporator*, yang ditandai dengan turunnya tekanan air laut yang keluar dari *propane evaporator* pada *skid* no.2. Kurangnya pemanasan pada *propane* akan berdampak pada kurangnya pemanasan pada *LNG* yang

berakibat pada penurunan temperatur produksi *CNG*. Upaya yang dilakukan untuk menangani masalah tersebut yaitu dengan melakukan perbaikan serta melakukan recoating pada pipa air laut yang rusak.



Gambar 4. Kebocoran Pipa Air Laut Yang Akan Masuk ke Dalam Propane Evaporator

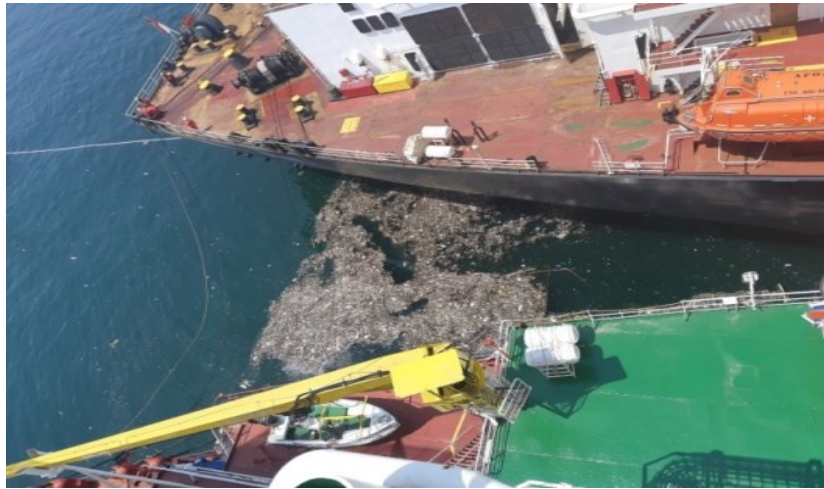
Faktor ketiga penyebab turunnya temperatur produksi *CNG* pada *skidregasification unit* adalah habisnya *coating* pada *inner* serta bocornya *outtercell* pada chloropack. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya perbedaan tegangan antar *cell* yang lebih dari 1 volt. Apabila chloropack dibiarkan beroperasi dengan keadaan seperti ini dalam jangka waktu yang lama, akan berdampak pada temperatur *cell* yang panas dan dapat mengakibatkan ledakan. Tidak beroperasinya chloropack mengakibatkan tidak adanya *sodium hypochlorite* yang diproduksi untuk diinjeksikan ke dalam *seachest* sebagai salah satu upaya untuk perawatan sistem perpipaan air laut. Kondisi ini berdampak pada banyaknya tritip yang menempel pada pipa serta *candlefilter* air laut dan menghambat aliran air laut menuju *propane evaporator* sebagai media pemanas *propane*. Upaya yang dilakukan untuk menangani masalah ini yaitu dengan melakukan order *spare part cell* chloropack sebanyak 12 buah dan mengganti seluruh *cell* yang lama dengan yang baru.



Gambar 5. Habisnya Coating Pada Inner Serta Bocornya Outter Cell Pada Chloropack

Faktor penyebab turunnya temperatur produksi *CNG* pada *skidregasification unit* adalah banyaknya sampah kiriman di sekitarkapal. Kondisi ini berdampak pada cepat kotornya filter ataupun komponen lain yang ada pada sistem air laut *regasification unit*. Sistem air laut yang kotor akan menghambat aliran air laut menuju *propane evaporator* dan pemanasan *propane* oleh air laut menjadi tidak maksimal, kurangnya temperatur *propane* akan mengganggu proses regasifikasi *LNG* menjadi *CNG*, pemanasan sekaligus proses konversi *LNG* menjadi *CNG* yang terjadi pada *LNGvaporizer* dan *trim heater* tidak akan maksimal, sehingga temperatur produksi *CNG* akan turun

dari angka normal yang telah ditentukan yaitu 30°C. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi faktor banyaknya sampah kiriman di sekitar *FSRU* Nusantara Regas Satu adalah dengan memerintahkan seluruh *crew* agar dapat *stand-by* dan mempersiapkan seluruh peralatan yang digunakan untuk membersihkan filter. Sehingga apabila terjadi alarm yang menandakan kondisi filter yang sudah kotor dapat segera dilakukan pembersihan secepat mungkin.



Gambar 6. Banyaknya Sampah Kiriman di Sekitar Kapal

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa penyebab terjadinya penurunan temperatur produksi compressed natural gas pada *skidregasification* unit di *FSRU* Nusantara Regas Satu disebabkan oleh empat faktor yang saling berhubungan akibat tidak normalnya kondisi dari *skidregasification* yang meliputi kondisi sistem air laut *regasification* unit yang kotor, bocornya pipa aliran masuk air laut menuju *propane evaporator*, habisnya *coating* pada *inner* serta bocornya *outer cell* pada *chloropack* dan banyaknya sampah kiriman di sekitar kapal.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan di atas maka dapat disampaikan beberapa saran.

- Meningkatkan kepedulian *engineer* di atas kapal terhadap kondisi sistem air laut *regasification* unit dengan selalu memperhatikan perubahan parameter berupa tekanan ataupun temperatur.
- Segera melakukan pemindahan operasional pada *skidregasification* apabila terjadi perubahan parameter pada sistem air laut *regasification* unit untuk mencegah dampak penurunan temperatur produksi *CNG* yang lebih parah.
- 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

- Blanchard, Benjamin S. *Logistics Engineering and Management sixth edition*. Virginia Polytechnic Institute & State University. Virginia: Pearson Education International. 2004
- Dananto, Adi Nugroho. Setyawan, Rendy Putra. Wibawa, Gede. *Cost Effective pada Sistem Regasifikasi Liquefied Natural Gas (LNG) di Indonesia*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya: Jurnal Pomits. 2014.
- Helaludin, Hengky Wijaya. *Analisis Data Kualitatif: Sebuah Tinjauan Teori dan Praktik*. Edisi Pertama. Cetakan ke 1. Makassar. 2019
- Lexy, J Moleong. (2008). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

- Nazir, Moh. Metode. Siukumbank, Risman F (2014).Penelitian. Bogor Selatan: Ghalia Indonesia.
- Nazir, Moh. Siukumbank, Risman F (ed).(2014) Metode Penelitian. Bogor Selatan: Ghalia Indonesia. 2
- Regasification System*. Hamworthy. *Terminal Operation ManualFSRU* Nusantara Regas Satu. 2008
- Sugiyono. (2016) Metodologi Penelitian.Jakarta: Pedoman Ilmu Jaya. 2016
- Kristanto, V.H. (2018)Metodologi Penelitian Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah (KTI).
Yogyakarta: CV. Budi Utama.
- Yusuf, A.M. Kuantitatif, Kualitatif, & Penelitian Gabungan. Jakarta: Kencana. 2014
- Walid, Irma Fasadal.(2020) Optimalisasi Tingkat Kevakuman Pada *Fresh Water Generator* di MV.
Glovis Daylight. Semarang: Jurnal Dinamika Bahari.
- Zaeni S, *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.