INFO TEKNIK
Volume 26 No. 2 Des 2025 (149-158)

Optimasi Produksi Fuel Gas dan LPG Pada Unit Flare Gas Recovery System Dengan Pengaturan Variabel Temperatur Alat Inter Cooler dan After Cooler

Muhammad Sulchansyah Nur Anugrah, Sulardi, dan Joko Wiyono

Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan

E-mail: Sulardikm61@yahoo.com

ABSTRACT

The problem faced is the limited capacity of fuel gas production and LPG production in the flare gas recovery system unit. The purpose of the study is to optimize the amount of fuel gas production and production by adjusting the temperature of the cooling water variable in the inter cooler and after cooler equipment. The results of the study showed that adjusting the temperature of the intercooler cooling water at 28-30oC can produce fuel gas production from 30.5% to 31.5% and LPG production from 3.1% to 3.3% of the feed intake flow. Adjusting the temperature of the after cooler cooling water at 25-27oC can produce fuel gas production of 29.5% and LPG production of 4.1%. Optimization innovation by adjusting the temperature of the inter cooler and after cooler cooling water can be a solution to the choice of what type of production will be optimized in the FGRS unit.

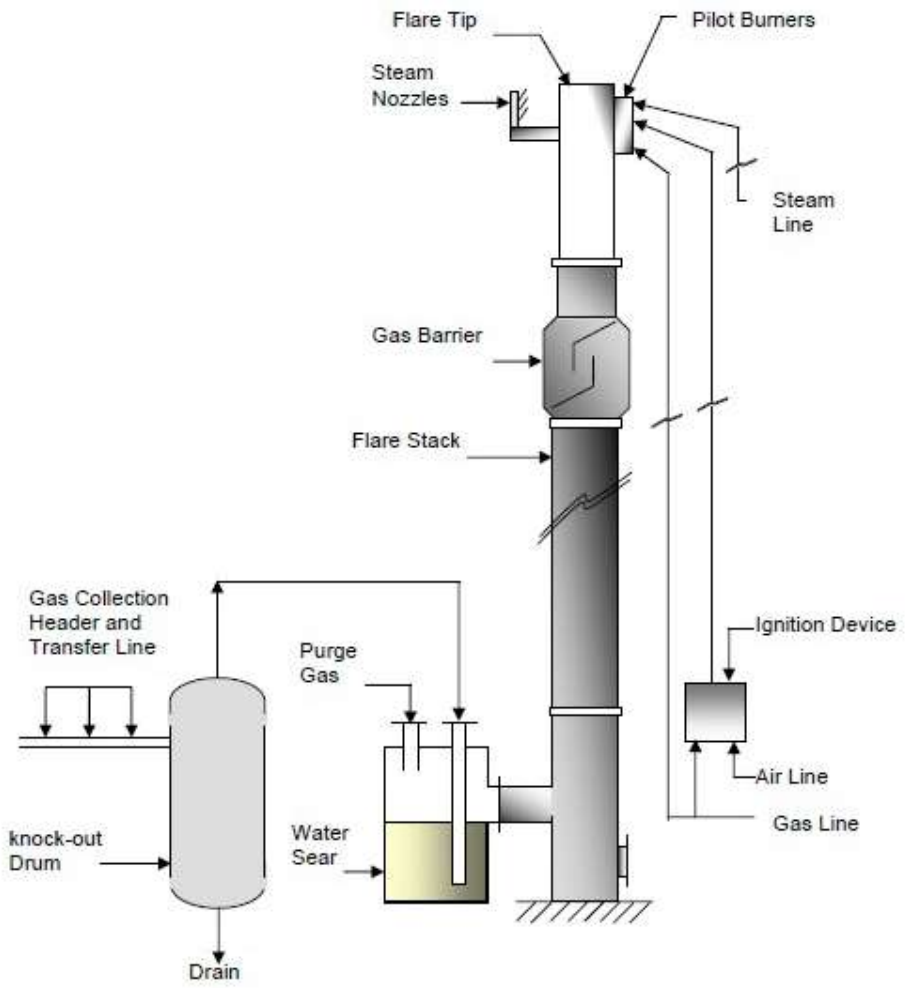
Keywords: optimization, fuel gas, LPG, inter cooler, after cooler.

1. Pendahuluan

Salah satu peralatan penting pada unit proses kilang pengolahan minyak dan gas adalah suar bakar (flare stack). Suar bakar adalah perangkat pembakar gas-gas pengotor dan gas-gas berlebih agar terkonversi menjadi gas CO_2 dan aman pada saat dilepaskan ke lingkungan udara (Sulardi, 2019). Pembakaran gas-gas hydrocarbon terkontaminasi pada peralatan flare stack ini tujuannya agar fluida gas yang dilepaskan ke lingkungan udara telah berubah bentuknya sebagai gas asam arang (carbon dioksida). Karbon dioksida (CO_2) yang dilepaskan ke udara memiliki peran penting pada proses fotosintesis tumbuhan, regulasi gas rumah kaca, dan dapat digunakan pada proses industri pengemasan bahan makanan, minuman dan sebagai bahan pemadan api. Gas asam arang juga memiliki peran pada tubuh manusia meskipun keberadaannya tidak boleh terlalu banyak karena akan berbahaya untuk kesehatan manusia.

Suar bakar adalah menara api yang ditopang oleh rangka baja atau oleh guy wire yang dibuat dengan ketinggian tertentu (API 521,2014) sehingga mampu berfungsi dengan baik

mengalirkan gas buang ke flame tip gun yang berada di puncak menara suar bakar secara alamiah. Gas-gas buang yang dilepaskan untuk dibakar di suar bakar adalah gas hydrocarbon yang terkontaminasi impurities gas pengotor yang bersifat meracuni dan mencemari mutu produksi fluida hydrocarbon. Gas buang dilepaskan ke flare stake melalui pipa-pipa gas buang berasal dari katup pelepas (depressure), katup blowdown, katup kontrol tekanan, dan ventilasi pembuangan secara manual (Sulardi, 2021) yang sering disebut sebagai gas flaring. Oleh karena itu maka keberadaan menara suar bakar ini menjadi ciri khas beroperasi sumur-sumur produksi minyak dan gas bumi atau beroperasinya proses kilang pengolahan minyak dan gas bumi. Justru jika menara suar bakar ini tidak menyala akan menimbulkan masalah karena adanya gas-gas hydrocarbon terkontaminasi yang terbuang tanpa terkonversi menjadi gas asam arang. Gambaran secara umum flare system untuk membakaran off specification gas dan sour gas sebagaimana tersaji pada ilustrasi berikut (gambar 1).



Gambar 1. Gas flaring system

Dalam upaya konversi energi baru dengan pemanfaatan Gas buang flare stack ini adalah pengolahan gas flaring menjadi produk gas hydrocarbon sebagai bahan bakar kebutuhan

industri dan rumah tangga, seperti bahan bakar gas dan bahan bakar liquid petroleum gas (LPG). Dengan pemanfaatan gas flaring menjadi bahan bakar ini maka jumlah gas flaring yang terbuang menjadi sangat sedikit dan terbatas pada kandungan gas kontaminan yang tidak bisa dimanfaatkan. Pemanfaatan gas flaring ini diprediksi akan menambah ketersediaan bahan bakar gas untuk unit proses sendiri maupun untuk konsumsi masyarakat.

Tujuan penelitian adalah memberikan gambaran metode optimasi proses pengolahan gas flaring menjadi bahan bakar (fuel gas) pada unit flare gas recovery system (FGRS). Optimasi adalah kegiatan untuk menjadikan suatu desain proses menjadi sebaik mungkin, seefektif mungkin, atau seefisien mungkin. Hal ini melibatkan upaya untuk mencapai hasil terbaik dari suatu tindakan atau sistem dengan memaksimalkan fungsi-fungsi variabel proses proses dan meminimalkan fungsi variabel proses secara objektif. Variabel proses yang penting dan sangat berpengaruh pada proses pengolahan gas flaring menjadi produk bahan bakar gas adalah variabel tekanan (pressure), aliran (flow rate), suhu (temperature), ketinggian level cairan (level), dan aliran proses (process flow diagram).

Penelitian ini penting dilakukan sebagai salah satu alternatif mengatasi masalah belum optimalnya produksi proses pengolahan gas flaring menjadi bahan bakar gas. Belum optimalnya proses produksi proses gas flaring ini diantaranya disebabkan karena tidak stabilnya aliran flow bahan baku (flow rate feed intake) dan kurang optimalnya sistim proses produksi flare gas recovery system. Tidak stabilnya gas flare feed intake mengakibatkan unit proses flare gas recovery system sering kali tidak dioperasikan. Kurang optimalnya pengaturan variabel proses dapat berpengaruh pada kualitas dan kuantitas produk bahan bakar gas pada proses flare gas recovery system. Dengan pengaturan variabel proses diprediksi dapat mengoptimalkan produksi bahan bakar gas di unit flare gas recobery system.

2. Metode Penelitian

1. Bahan

Material penelitian adalah:

a. Gas flaring flare stack

   Gas flaring flare stack adalah aliran gas buang dari unit-unit proses yang dikumpulkan pada peralatan knock out drum (KOD) dan menjadi bahan baku (feed intake) flare gas recovery system

b. Air utilitas untuk pendingin alat heat exchanger

   Air utilitas adalah air yang digunakan sebagai air pendingin pada alat penukar panas (heat exchanger).

2. Peralatan

Peralatan utama untuk proses pengolahan flare gas recovery system, adalah :

a. Knock out drum (free knock out drum)

   Knock out drum adalah bejana untuk memisahkan fluida gas flaring feed intake menjadi fluida gas hydrocarbon, fluida cair hydrocarbon dan fluida air terkontaminasi (brine water)

b. Gas compressor

   Gas compressor adalah peralatan untuk menaikan tekanan gas feed intake flare gas recovery system sehingga dapat mengalir dengan baik melalui proses pengolahan menjadi produk bahan bakar gas hydrocarbon

c. Water seal drum

   Water seal drum adalah alat untuk memisahkan kandungan partikel dan gas kontaminan pada aliran gas feed intake, sehingga gas feed intake kaya dengan kandungan gas hydroracbon dan minim kandungan gas kontaminan

d. Heat exchanger

   Heat exchanger adalah alat penukar panas yang bertugas mendinginkan aliran gas hydrocarbon sehingga fasenya berubah secara fisik menjadi fluida gas hydrocarbon dan fluida liquid hydrocarbon

e. Separator

   Separator adalah bejana bertekanan untuk memisahkan aliran fluida hydrocarbon yang telah didinginkan dengan alat pendingin (cooler heat exchanger) menjadi fluida gas hydrocarbon (fuel gas) dan fluida liquid hydrocarbon (liquid petroleum gas)

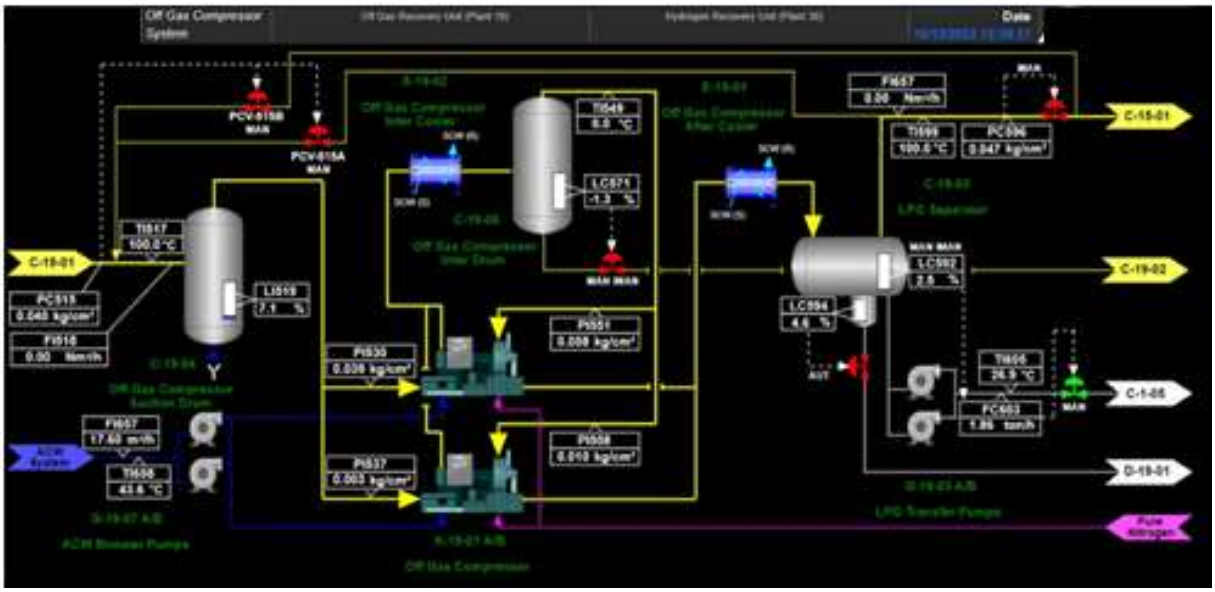
e. Pompa liquid

   Pompa liquid adalah alat untuk memompakan liquid produksi liquid petroleum gases (LPG) ke alat penampungan produksi.

3. Metode Proses

Metode proses pengolahan gas flaring menjadi produk bahan bahan bakar gas (fuel gas) untuk konsumsi industri dan konsumsi rumah tangga dan menjadi bahan bakar LPG pada dasarnya dibedakan menjadi dua tahapan proses, yaitu proses pemurnian gas hydrocarbon dari kandungan gas pengotor dan proses pengolahan gas hydrocarbon menjadi produk bahan bakar gas (BBG) dan bahan bakar liquid petroleum of gasses (LPG). Proses menghilangkan kandungan impurities dilakukan dengan melarutkan aliran feed gas intake bertekanan cukup tinggi pada alat water seal drum yang berisi dengan air dengan ketinggian tertentu sehingga gas-gas impurities akan tertahan oleh level air sedangkan gas hydrocarbon akan menerobos

level air dan berkumpul di ruang kosong didalam bejana water seal drum. Gas hydrocarbon dialirkan ke gas compressor untuk dinaikan tekanannya guna menjalani proses selanjutnya. Level air didalam bejana water seal drum dikontrol tingkat kejenuhannya dan bila kondisi jenuh dengan impurities maka level air akan terbuang dan digantikan dengan fresh water yang baru secara otomatis. Gas hydrocarbon menjalani proses selanjutnya yaitu menaikan tekanan proses dan pemisahan produk berdasarkan titik didihnya. Gas hydrocarbon yang telah dinaikan tekanannya dengan gas compressor dialirkan menuju alat pendingin (cooler heat exchanger) dengan pendingin air laut (sea cooling water) sehingga mencapai titik pengembunan gas hydrocarbon komponen LPG. Setelah mengalami pendinginan aliran gas hydrocarbon dimasukan kedalam bejana separator untuk memisahkan kandungan liquid hydrocarbon yang terbentuk (LPG) dan fluida gas hydrocarbon. Fluida gas hydrocarbon adalah produk bahan bakar gas, sedangkan produk liquid LPG di pompakan untuk proses produksi LPG lebih lanjut di Unit LPG Recovery. Gambaran proses pengolahan gas flaring menjadi produk bahan bakar gas dan dan produk LPG pada unit proses FGRS sebagaimana tergambarkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir proses Unit FGRS

4. Metode Penelitian

Inovasi optimasi proses produksi di unit flare gas recovery system (FGRS) dilakukan melalui tiga tahapan. Tahap pertama dengan mengamati proses produksi secara normal operasi

selama 10 hari. Tahap kedua dengan mengatur variabel temperature proses pada intercooler pada temperature 28-30ºC selama 10 hari. Tahap ketiga dengan mengatur variabel temperature proses pada after cooler pada temperature 25-27ºC selama 10 hari.

3. Hasil Dan Pembahasan

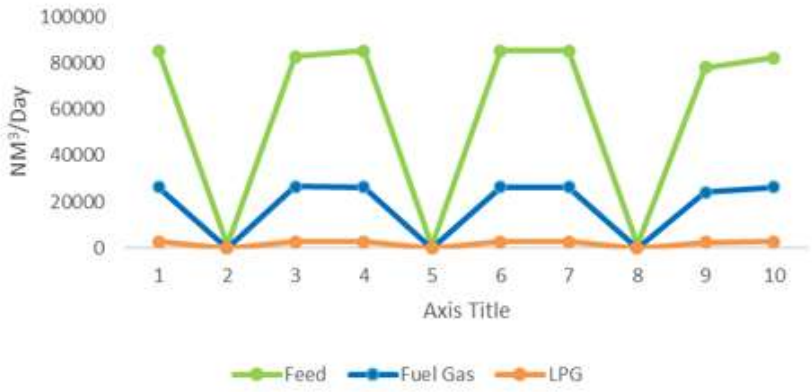
Hasil Penelitian

Hasil pengamatan tahap pertama pada kondisi normal operasi menunjukan kondisi aliran eed intake, aliran produksi fuel gas, dan aliran produksi liquefied petroleum og gasses (LPG) sebagaimana tersaji pada tabel 1 dan gambar 3.

Tabel 1. Flow Feed Intake dan Product FGRS Kondisi Normal Operasi

Hari ke	Feed Flow Rate (Nm^3/Hour		Feed Flow Rate (Nm^3/Day)	Product Flow Rate (Nm^3/Hour)	
	Minimum Flow	Maximum Flow	Mean Flow rate	Fuel Gas	LPG
1	3.200	3.900	85.200	26.412	2.641
2	1.050	1.250	1.150	0,000	0,000
3	2.900	4.000	82.800	26.668	2.666
4	3.100	4.000	85.200	26.412	2.641
5	900	2.100	1.000	0,000	0,000
6	3.100	4.000	85.200	26.412	2.641
7	3.200	3.900	85.200	26.412	2.641
8	1.100	1.200	1.150	0.000	0,000
9	3.150	3.350	78.000	24.118	2.411
10	2.950	4.000	82.200	26.412	2.641

Sumber : Data analisa (2023)



Gambar 3. Grafik Aliran Feed Intake, Produksi FG dan LPG Kondisi Normal Operasi

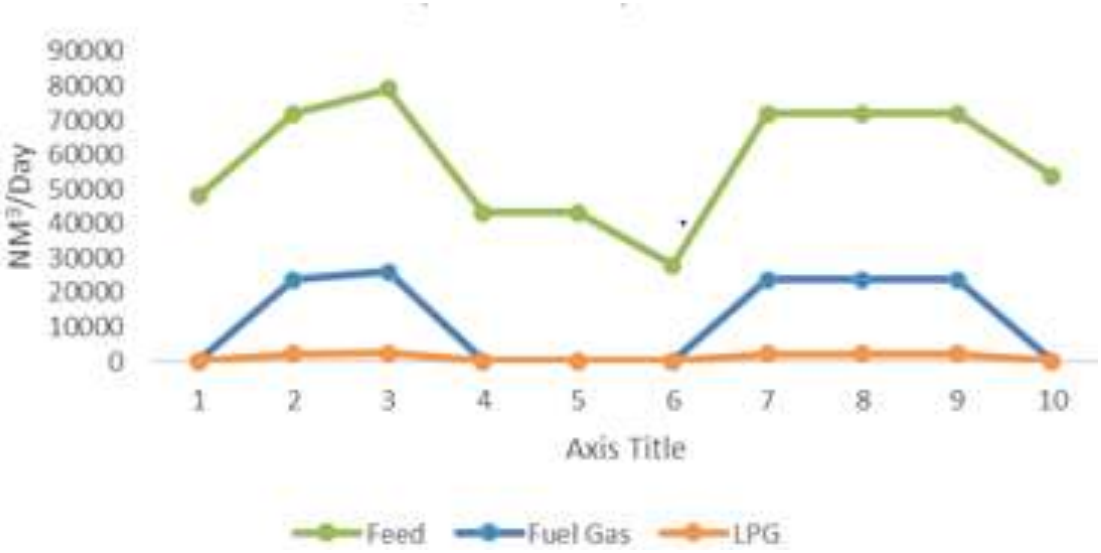
Hasil pengamatan tahap kedua dengan pengaturan kondisi operasi menunjukan kondisi temperature air pendingin inlet intercooler pada temperature 28-30ºC, dengan hasil kondisi

feed intake, fuel product dan LPG product sebagaimana sebagaimana tersaji pada tabel 2 dan gambar 4.

Tabel 2. Flow Feed Intake dan Product FGRS Pasca Pengaturan Tahap 1

Hari ke	Feed Flow Rate (Nm^3/Hour		Feed Flow Rate (Nm^3/Day)	Product Flow rate (Nm^3/Hour)	
	Minimum Flow	Maximum Flow	Mean Flow rate	Fuel Gas	LPG
11	1.500	2.500	48.000	0,000	0,000
12	2.900	4.100	72.000	23.760	2.232
13	2.600	4.000	79.200	26.136	2.455
14	1.500	2.100	43.200	0,000	0,000
15	1.500	2.100	43.200	0,000	0,000
16	1.600	2.400	28.000	0,000	0,000
17	2.900	3.100	72.000	23.760	2.232
18	2.800	4.200	72.000	23.760	2.232
19	2.700	4.300	72.000	23.760	2.232
20	2.100	2.400	54.000	0,000	0,000

Sumber : Data analisa (2023)



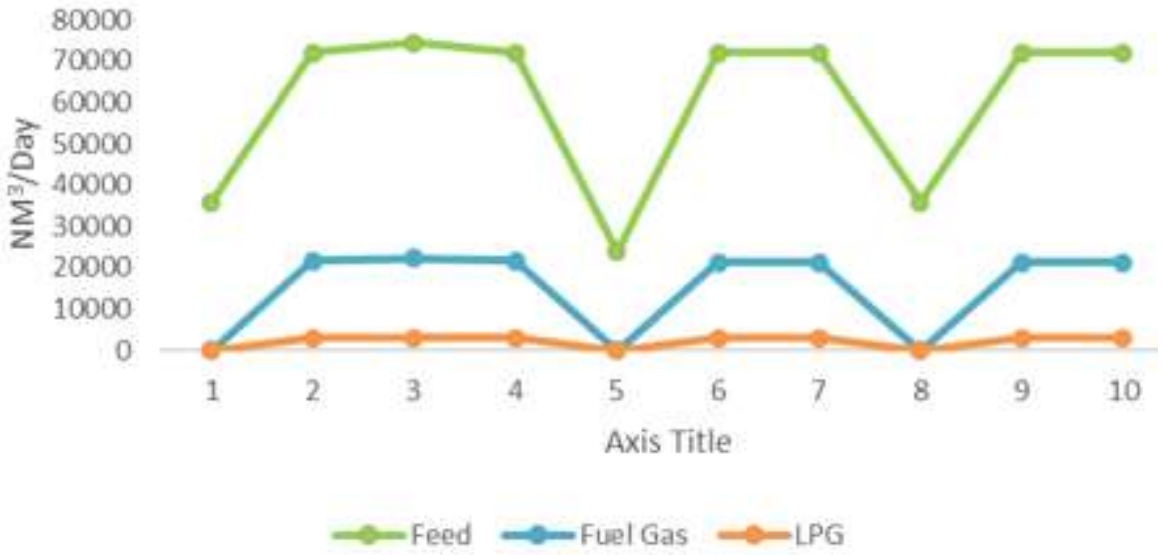
Gambar 4. Grafik Feed Intake, Produksi FG dan LPG Pada Pengaturan Tahap 1

Hasil pengamatan tahap ketiga dengan pengaturan kondisi operasi menunjukan kondisi temperature air pendingin inlet intercooler pada temperature 25-27^{o}C, dengan hasil kondisi feed intake, fuel product dan LPG product sebagaimana sebagaimana tersaji pada tabel 3 dan gambar 5.

Tabel 3. Flow Feed Intake dan Product FGRS Pasca Pengaturan Tahap 2

Hari ke	Feed Flow Rate (Nm^3/Hour		Feed Flow Rate (Nm^3/Day)	Product Flow rate (Nm^3/Hour)	
	Minimum Flow	Maximum Flow	Mean Flow rate	Fuel Gas	LPG
21	1.400	1.600	36.000	0,000	0,000
22	2.900	3.100	72.000	21.600	2.952
23	2.800	4.000	74.400	22.230	3.050
24	2.900	4.100	72.000	21.600	2.952
25	900	1.100	24.000	0,000	0,000
26	2.600	3.400	72.000	21.230	2.952
27	2.700	3.300	72.000	21.230	2.952
28	1.200	1.500	36.000	0,000	0,000
29	2.900	4.100	72.000	21.230	2.952
30	2.700	4.300	72.000	21.230	2.952

Sumber : Data analisa (2023)



Gambar 5. Grafik Aliran Feed Intake, Produksi FG dan LPG Pada Pengaturan Tahap 2

Pembahasan

Secara desain unit FGRS dengan aliran gas feed intake 4.000 Nm^3/Jam sesuai dengan desain peralatan gas compressor dengan minimum flow 65% atau 2.600Nm^3/Jam. Pada saat aliran feed intake < 2.600 Nm^3/jam gas compressor tidak bisa dioperasikan dan unit tidak beroperasi karena tidak bisa menghasilkan tekanan proses yang cukup (unload). Pengujian tahap 1 pada kondisi normal operasi menghasilkan produksi fuel gas (FG) adalah 30,5% dan produksi LPG sebesar 3.1%. Pada pengujian tahap 2 dengan pengaturan kondisi operasi intercooler menghasilkan produksi fuel gas sebesar 31,5% dan produksi 3,3%. Pada

pengujian tahap 3 dengan mengatur temperatur after cooler dan tetap pada pengaturan intercooler menghasilkan produksi fuel gas 29,5% dan produksi LPG 4,1%. Unstabil aliran gas feed intake disebabkan oleh perubahan spesifikasi crude oil yang secara desain adalah light crude dan middle crude pada saat penelitian dilakukan jenis crude yang sedang diolah adalah jenis heavy crude atau jenis mix crude. Pengaturan temperature air pendingin inter cooler pada temperature 28-30^{o}C bertujuan menjaga stabilitas aliran gas feed intake yang diproses lanjut bisa maksimal untuk proses lanjutan. Pada tahap ini pengaturan temperature air pendingin after cooler pada temperature 25-27^{o}C bertujuan untuk mengoptimalkan jumlah produksi liquid LPG.

4. Kesimpulan

1. Pada kondisi normal operasi jumlah produksi fuel gas adalah 30,5% dan jumlah produksi LPG adalah sebesar 3,1% dari jumlah aliran gas feed intake.
2. Pengaturan temperatur air pendingin inter cooler pada temepartur 28-30^{o}C terbukti dapat menaikan jumlah produksi fuel gas (FG) sebesar 31,5% dan produksi LPG sebesar 3,3% dari besaran aliran gas feed intake
3. Dengan tetap mempertahankan pengaturan temperature air pendingin inter cooler pada 28-30^{o}C dan mengatur temperatur air pendingin after cooler dapat mengubah produksi fueal gas menjadi 29,5% dan jumlah produksi LPG menjadi 4,1% dari besaran aliran gas feed intake.

DAFTAR PSTAKA

[1] API Standard 521, 2014, Pressure Relievering and Depressuring System, 6th Edition, API Publication, USA

[2] Peraturan Pemerintah (PP) No. 11 Tahun 1979, 1979, tentang Keselamatan Kerja pada Pemurnian dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi

[3] Sulardi, 2019, Keselamatan dan Kesehatan Kerja Industri Pengolahan Minyak (K3 Kilang), Penerbit Nusa Litera Inspirasi, Kabupaten Cirebon, Indonesia

[4] Sulardi, 2021, Reposisi Transfer Line Flare Stack dengan Metode Roll Geser, Jurnal Balai Besar bahan dan Barang Teknik, Bandung

[5] Lubiantara, B, 2012. “Ekonomi Migas: Tinjauan Aspek Komersial Kontrak Migas”. Gramedia Widiasarana Indonesia.

[6] Sulardi, 2019, Memanfaatkan Condensate Hydrocarbon Natural Gas Sebagai Fuel Gas Dengan Pengaturan Kondisi Operasi Alat Heat Exchanger. Info-teknik, 20.2: 129-140.

[7] Document No.1569-001,Job No. 1569, 1996, Data Sheet of Flare Stack, BalikpapanExpansion Program, PT.Pertamina UP V,Balikpapan.

[8] Setyono, Agus Eko, M. S. K. Utomo, and Jaka Aminata. 2022, Analisis Sistem Ejector Dalam Upaya Pemulihan Energi Dari Gas Suar Bakar Pada Fasilitas Produksi Minyak Dan Gas Lepas Pantai. Diss. School of Postgraduate Studies.

[9] Masdal, M, 2015, Flare Gas Compression. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology.

[10] Sulardi, 2019, Peralatan Industri, Penerbit Nusa Litera Inspirasi Kab. Cirebon, Jawa Barat, Indonesia

[11] Sulardi, 2019, Pengantar Industri Minyak dan Gas Bumi, Peberbit Nusa Litera Inspirasi, Kab. Cirebon, Jawa Barat, Indonesia

[12] Park, E. I, 2020, Flare System Design for Oil and Gas . Retrieved from icheme: https://www.icheme.org/media/14673/flare-system-design-for-oil-and-gas-Installations-chris-park

[13] Brian Blackwell, T. L, 2015, Practical flare gas recovery for minimising flaring. Retrievedfromdigitalrefining.com:https://www.digitalrefining.com/article/1001051/practical-flare-gas-recovery-for-minimising-flaring