

# **PENGARUH SUHU PENDINGINAN UMPAN PADA PROSES REFRIGERATION TERHADAP PRODUK LEAN GAS DI UNIT LPG PLANT DI PT GASUMA FEDERAL INDONESIA (GFI) SOKO - TUBAN**

Achmad Salman Almujaahidi<sup>1</sup>, Dwina Moentamaria<sup>1</sup>, Hadi Prasetyo Utomo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9, Malang, Indonesia

<sup>2</sup>PT Gasuma Federal Indonesia, Desa Sokoari, Kecamatan Soko, Tuban

salmanadin73@gmail.com, [dwina\_mnt@yahoo.com], hadipeu@gmail.com

## **ABSTRAK**

Distribusi gas alam merupakan bagian yang penting dalam menunjang kegiatan industri saat ini. Dengan kemajuan teknologi yang ada, maka beberapa metode rekayasa telah dikembangkan dalam perancangan fasilitas untuk memproduksi gas alam. PT Gasuma Federal Indonesia (GFI) merupakan perusahaan swasta nasional dalam bidang pengolahan gas alam. Karena kondisi *plant* dalam keadaan *running* dan tiba tiba berhenti secara mendadak (*blackout*), Maka perlu dilakukan *trial* ulang untuk mencari kondisi operasi suhu pada unit *Refrigeration System*, laju alir dan konsentrasi produk *lean gas* (C1 dan C2) yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh PT GFI. Analisis GC dilakukan setiap kenaikan suhu operasi pada unit *Refrigeration System*. Dalam pemurnian *lean gas* didapatkan kondisi terbaik pada suhu -30 °F dengan konsentrasi produk C1 dan C2 (*lean gas*) sebesar 96,2% dan laju alir massa sebesar 2585 kg/jam.

**Kata kunci:** *Refrigeration System*, Kondisi Suhu, *lean gas*, C1 dan C2.

## **ABSTRACT**

*The distribution of natural gas is an important part of supporting current industrial activities. With the advancement in technology, several methods have been developed in the design to produce natural gas. PT Gasuma Federal Indonesia (GFI) is a national private company in the field of natural gas processing. Because the condition of the plant is running and suddenly stops suddenly (blackout), it is necessary to do a retest to find the operating conditions in the Cooling System unit, the flow rate and concentration of lean gas products (C1 and C2) in accordance with the agreed specifications by PT GFI. GC analysis is performed every increase in operating temperature in the Refrigeration System unit. In the purification of lean gas, the best conditions were -30 oF with a concentration of C1 and C2 (lean gas) products of 96.2% and a mass flow rate of 2585 kg/h.*

**Keywords:** *Refrigeration System*, Temperature Conditions, *lean gas*, C1 and C2.

## **1. PENDAHULUAN**

Gas alam telah banyak digunakan sebagai bahan bakar maupun bahan baku industri, oleh karena itu distribusi gas alam merupakan bagian yang penting dalam menunjang kegiatan industri saat ini. Dengan kemajuan teknologi yang ada, maka beberapa metode rekayasa telah dikembangkan dalam perancangan fasilitas untuk memproduksi gas alam dari

perut bumi, untuk memisahkan kondensat yang terikut, proses pemurnian, transportasinya dan lain sebagainya.

PT Gasuma Federal Indonesia (GFI) merupakan perusahaan swasta nasional dalam bidang pengolahan gas alam, berlokasi di Desa Sokosari, Kecamatan Soko, Kabupaten Tuban, Jawa Timur. PT GFI memanfaatkan limbah gas (*flare*) dari lapangan Mudi Sukowati Flare Gas Utilitation (MSFGU) yang dimana pada limbah gas tersebut masih mengandung banyak senyawa hidrokarbon yang bercampur dengan senyawa berbahaya H<sub>2</sub>S. berikut kondisi dan komposisi Feed gas alam yang masuk dari lapangan Mudi Sukowati Flare Gas Utilitation (MSFGU).

**Tabel 1.** Kondisi *feed gas* PT GFI MSFGU Plant Tuban [1]

Raw Gas	
Flowrate	10 MMSCFD
Suhu	98 °F
Tekanan	45 psig

**Tabel 2.** Komposisi *feed gas* PT GFI MSFGU Plant Tuban [1]

Komponen	% mol
N <sub>2</sub>	0,138
CO <sub>2</sub>	43,996
H <sub>2</sub> S	1,465
CH <sub>4</sub>	37,880
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3,797
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	3,755
i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1,463
n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,411
i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	1,305
n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	1,209
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	2,581

Karena mengandung senyawa berbahaya maka PT GFI melakukan pemisahan antara senyawa berbahaya H<sub>2</sub>S untuk didapatkan produk hidrokarbon dan melakukan *treatment* untuk menghilangkan sifat berbahaya dari senyawa H<sub>2</sub>S tersebut. PT GFI terdiri atas 3 unit *plant* yang saling berhubungan yaitu : *Early Plant (Condensate Recovery Plant)* yang berperan dalam memisahkan produk condensate (C<sub>5</sub> dan C<sub>6</sub>) dari komposisi lainnya [2], Unit *Amine Plant* beroperasi untuk mengabsorpsi kandungan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S menggunakan larutan amine (aMDEA/*activated methyl diethanolamine*;) melalui proses absorpsi menggunakan aMDEA

maka sifat berbahaya dari H<sub>2</sub>S dapat dinetralkan [3], dan unit LPG (*Liquified Petroleum Gas Plant*) berperan dalam memisahkan *Lean gas*, LPG dan sisa *Condensate* yang masih terikut untuk didistribusikan [4]. Dengan kapasitas desain produksi sebesar 20 MMSCFD.

Salah satu unit yang penting di PT GFI Tuban adalah LPG (*Liquified Petroleum Gas Plant*) yang didalamnya didukung dengan unit *Refrigeration System*. *Refrigeration System* adalah proses pengambilan kalor atau panas dari suatu benda atau ruang untuk menurunkan temperaturnya. Kalor adalah salah satu bentuk dari energi, sehingga mengambil kalor suatu benda ekuivalen dengan mengambil sebagian energi dari molekul-molekulnya. Pada aplikasi tata udara (*air conditioning*), kalor yang diambil berasal dari udara. Untuk mengambil kalor dari udara, maka udara harus bersentuhan dengan suatu bahan atau material yang memiliki temperatur yang lebih rendah [5].

*Refrigeration System* yakni proses pengambilan kalor atau panas dari suatu benda atau ruang untuk menurunkan suhunya. Pendinginan *refrigeration* bertujuan untuk mendinginkan umpan gas dengan media pendingin menggunakan *propane* yang bertujuan untuk mengkondensasi C3 - C4 dan beberapa fraksi beratnya dan memosisikan C1 dan C2 (*Lean gas*) dalam fase uapnya untuk dilakukan *stripping* terhadap fraksi beratnya [4].

Unit pendukung *Refrigeration System* dibutuhkan untuk menunjang proses yang ada di LPG *plant* yang dimana membutuhkan pemisahan antara C1 dan C2 (*Lean gas*) terhadap fraksi beratnya. Suhu dijaga pada kondisi stabil untuk menjaga produk *Lean gas* sesuai dengan target kemurnian yakni lebih dari 96% [4]. Karena sempat terjadi berhenti secara mendadak (*blackout*) yang dikarenakan adanya kendala pada listrik yang mempengaruhi spesifikasi dari produk *lean gas*. Maka perlu dilakukan kembali *trial* untuk mencari kondisi operasi suhu pada unit *Refrigeration System*, laju alir dan konsentrasi produk *lean gas* yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh PT GFI.

Dilakukannya penelitian ini diharapkan akan memenuhi kembali kondisi operasi suhu pada unit *Refrigeration System*, laju alir dan konsentrasi produk *lean gas* yang sesuai dengan kondisi dan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh PT Gasuma Federal Indonesia.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Data Kondisi Aliran Umpan Masuk *Refrigeration System*

Data kondisi operasi aliran umpan sebelum didinginkan pada *Refrigeration System*, data didapat dari *Distributed Control System* (DCS) PT GFI Tuban, pada tanggal 23 Juli 2019.

**Tabel 3.** Kondisi Aliran Umpan Masuk *Refrigeration System* [6]

Aliran Umpan Masuk		
Suhu	105	°F
Tekanan	412	Psig
Laju Alir	4073	kg/jam

## 2.2 Data Analisis Produk Lean Gas Tiap Penurunan Suhu Pada Refrigeration System

Data produk *lean gas* dianalisa dengan menggunakan metode *Gas Chromatography* (GC) dan data tersebut terbaca pada *Distributed Control System* (DCS) atau pusat kontrol, dan diperoleh data fraksi mol produk *lean gas* tiap penurunan suhu pendinginan pada proses *refrigeration*.

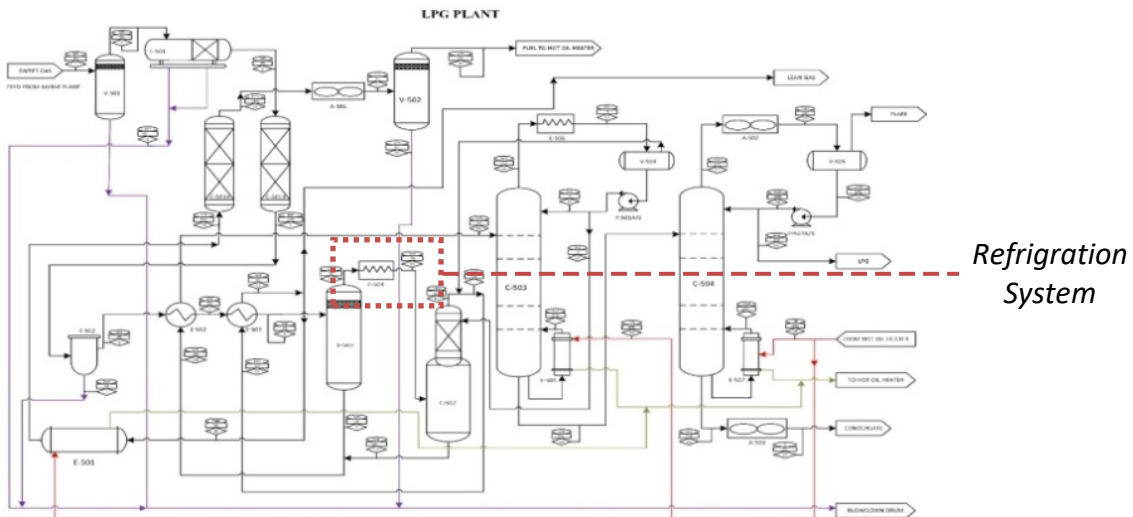
**Tabel 4.** Data produk *lean gas* [5]

No	Komposisi (mol)	Suhu (°F)											
		-5	-11	-13	-20	-17	-19	-24	-27	-30	-31	-29	-30
1	N <sub>2</sub>	0,004	0,004	0,004	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
2	CO <sub>2</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	CH <sub>4</sub>	0,863	0,871	0,874	0,882	0,879	0,881	0,887	0,891	0,894	0,895	0,893	0,894
4	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,077	0,075	0,074	0,072	0,073	0,072	0,070	0,069	0,068	0,068	0,068	0,068
5	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,035	0,032	0,031	0,027	0,029	0,028	0,025	0,024	0,023	0,022	0,023	0,023
6	i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,013	0,011	0,011	0,009	0,010	0,009	0,008	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
7	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004	0,004
8	i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

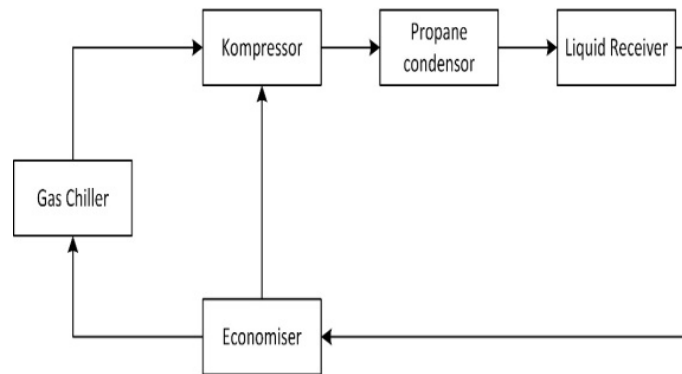
## 2.3 Menentukan Kondisi Operasi

Menentukan kondisi operasi menurut parameter suhu operasional pada Refrigeration System dengan melakukan pengoptimalan suhu media pendingin (propane) dengan cara melakukan kompresi dari tekanan 6 psig menjadi 200 psig yang selanjutnya dialirkan menuju propane kondensor dan ditampung di liquid receiver. Tidak semua gas propane dapat terkondensasi dari proses tersebut. Untuk itu, campuran liquid dan gas propane diumpungkan ke dalam ekonomizer supaya liquid propane lebih stabil (tidak ada gas propane yang terikut). Propane yang tidak terkondensasi dikembalikan ke kompresor, sedangkan liquid propane digunakan kembali di dalam gas chiller [7]. Pada proses tersebut suhu media pendingin akan menurun secara bertahap hingga tercapainya kondisi operasi yang dimana data pendinginan tersebut terlampir pada Tabel 3. flowchart pendinginan media terlampir pada Gambar 2.

Refrigeration System sebagai unit pendukung berada pada unit utama LPG plant yang bertujuan untuk mendinginkan umpan yang masuk sebelum dialirkan menuju kolom De-Methanizer (C-502) untuk didapatkan produk *lean gas* dimana pada kolom De-Methanizer (C-502) sendiri berupa bejana yang terdiri dari 2 bagian atas dan bagian bawah. Bagian atas dilengkapi dengan tray sebanyak 5 buah untuk menstripping C1 dan C2 (*Lean Gas*) dengan cara mengkontakan dengan langsung dengan Split Liquid hasil dari pemisahan pada LEF reflux drum (V-504) [4]. Sedangkan bagian bawah untuk menampung liquid yang terbentuk selama proses pendinginan pada refrigeration system, flowsheet proses terlampir pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowsheet LPG Plant PT GFI Tuban



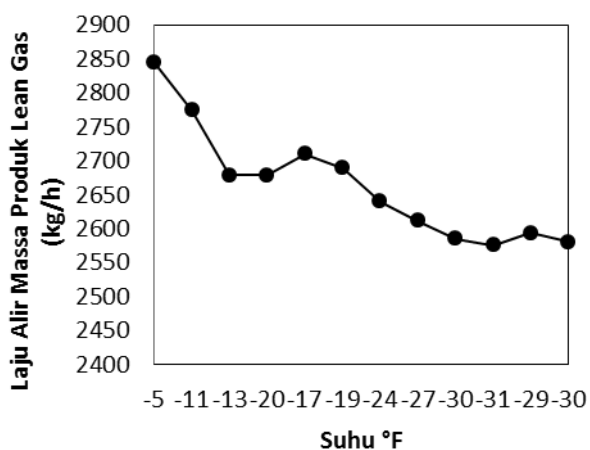
Gambar 2. Diagram Proses unit pendukung Refrigeration System

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

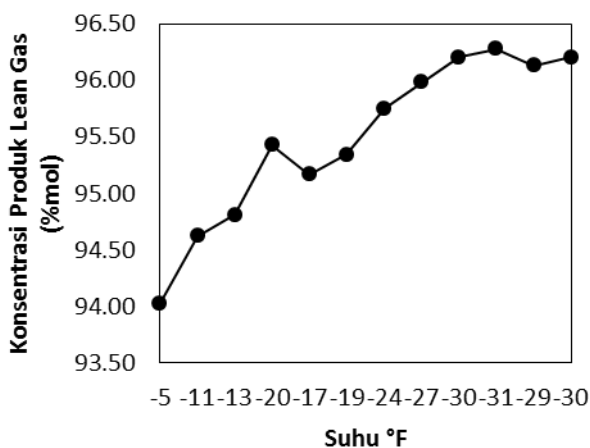
Hasil penelitian yang telah dilakukan pada proses *refrigeration* dan *stripping* untuk didapatkan produk C1 dan C2 (*lean gas*) dengan tingkat kemurnian yang sesuai. Berdasarkan hasil rekap DCS dan *morning report* PT GFI Tuban (2019), kondisi operasi pada tekanan 412 Psig dan suhu pendinginan (-30 °F) – (-31°F) didapat produk *lean gas* dengan konsentrasi diatas 96% dan sesuai dengan target pada laju alir massa >2600 kg/jam. Pada kondisi tekanan 412 Psig dan dilakukan pendinginan hingga (-30 °F) – (-31°F) C1 dan C2 berada pada fase uap dikarenakan mempunyai titik didih yang lebih tinggi, mengakibatkan fraksi beratnya berubahnya menjadi fase cair yang mempunyai titik didih lebih rendah dari C1 dan C2. Berikut data dan hasil analisis pengaruh suhu terhadap konsentrasi dan laju alir massa pada produk *lean gas*.

**Tabel 5.** Data konsentrasi dan laju alir produk C1 dan C2 (*Lean Gas*)

No	Suhu (F)	Konsentrasi Produk <i>Lean Gas</i> (% mol)	Massa Produk (kg/jam)
1	-5.00	94.03	2844
2	-11.00	94.62	2774
3	-13.00	94.81	2679
4	-20.00	95.43	2679
5	-17.00	95.17	2710
6	-19.00	95.34	2689
7	-24.00	95.75	2640
8	-27.00	95.98	2612
9	-29.00	96.13	2594
10	-30.00	96.20	2585
11	-31.00	96.28	2576



**Gambar 3.** Grafik pengaruh suhu terhadap konsentrasi produk *Lean Gas*



**Gambar 4.** Grafik pengaruh suhu terhadap laju alir massa produk *Lean Gas*

Gambar 3. Menunjukkan grafik antara konsentrasi produk *lean gas* dengan suhu yang menunjukkan konsentrasi tertinggi dengan nilai 96% pada suhu (-31°F) dimana sesuai dengan target yang diinginkan, akan tetapi pada nilai tersebut menurut Gambar 4. Pada suhu (-31 °F) berada titik terendah pada laju alir, yakni pada 2576 kg/jam, dari data analisis tersebut didapat kondisi operasi pada pendinginan umpan terbaik pada kondisi suhu (-30 °F) dengan konsentrasi produk *lean gas* 96,2% dan laju alir massa 2585 kg/jam yang dimana memperhitungkan biaya pada proses pendinginan yang dimana semakin rendah suhunya membutuhkan *treatment* yang lebih untuk mendapatkan suhu yang lebih rendah dimana akan membutuhkan biaya yang lebih tinggi pula, selain itu pada pendinginan dengan suhu (-30 °F) menghasilkan laju alir yang sesuai dan masih pada taraf toleransi dari spesifikasi produk *lean gas*. Target spesifikasi untuk produk *lean gas* PT Gasuma Federal Indonesia yakni konsentrasi diatas 96% dan laju alir massa diatas 2600 kg/jam toleransi produk *lean gas* PT Gasuma Federal Indonesia yakni pada konsentrasi lebih dari 95% dan laju alir massa produk *lean gas* sebesar 2500 kg/jam dengan komposisi produk sebagai berikut.

**Tabel 6.** Komposisi target pada produk *lean gas* [4]

No	Komponen	% mol
1	N <sub>2</sub>	0.138
2	CO <sub>2</sub>	0.067
3	H <sub>2</sub> S	0
4	CH <sub>4</sub>	86.652
5	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	8.59
6	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	3.93
7	i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.326
8	n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.275
9	i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.022
10	n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0
11	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis pengaruh suhu pendinginan pada proses *refrigeration* terhadap produk *lean gas* di unit LPG Plant PT Gasuma Federal Indonesia Tuban, didapat kondisi operasi terbaik suhu (-30 °F) dengan konsentrasi produk C1 dan C2 (*lean gas*) sebesar 96,2% dan laju alir massa sebesar 2585 kg/jam yang sesuai dengan Spesifikasi produk dan masih dalam toleransi produk.

#### REFERENSI

- [1] Morning Report MSFGU Plant Tuban (1 Juli 2019).
- [2] PT GFI. 2010. *Operating Manual : Condensate Recovery Plant*. PT Gasuma Federal Indonesia : Tuban.
- [3] PT GFI. 2010. *Operating Manual: Amine Plant*. PT. Gasuma Federal Indonesia : Tuban.
- [4] PT GFI. 2010. *Operating Manual: LPG Plant*. PT Gasuma Federal Indonesia : Tuban.
- [5] Tampubolon dan Samosir, 2005. Pemahaman Tentang Sistem Refrigerasi. Jurnal Teknik SIMETRIKA Vol. 4 No. 1 – April 2005: 312 – 316.
- [6] Report DCS PT Gasuma Federal Indonesia (23 Juli 2019).
- [7] PT GFI. 2010. *Operating Manual: Utilitas*. PT Gasuma Federal Indonesia : Tuban.