

Analisis Konservasi Energi Gas Suar Bakar Pada PT. Arun NGL

Erwin Ash'ari¹, Ahmad Syuhada², Hamdani²

¹Program Pascasarjana Universitas Syiah Kuala

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jln. Tgk. Syech Abdul Rauf . No 7. Banda Aceh 23111

Email: hamdani_umar@yahoo.com

Abstract

One of the major issues facing the world today is global warming. This problem is caused by the increasing concentration of carbon dioxide and other greenhouse gases in the atmosphere. A suggested method for controlling the level of greenhouse gases in the atmosphere is the prevention of burning flaring gas unit. In this study, two methods are proposed to conserve flaring gas at liquefied natural gas refineries PT. Arun. This method aims to minimize the environmental and economic losses of flaring gas combustion. The proposed method are: 1) utilization of flared gas as fuel for gas turbine power generation and 2) compression and injection of boiled gas into the refinery pipe. Determination of the most suitable methods and tools required for the two methods was done by means of simulation. The simulation was designed to determine the potential power generation and compression power required. The results demonstrate that the use of flared gas as fuel can generate 2130 MW of electricity while requires a compressor with a maximum pressure of 129 bar to inject the flaring gas into the refinery pipe. Study of economic analyzes for both methods was also conducted. From the analysis, it is found that compression of gas into the pipeline requires a lower capital cost than if the gas is utilized as gas turbine fuel. Therefore, the gas injection into the refinery pipe is a suitable alternative to prevent adverse environmental impacts through large amounts of carbon dioxide emissions in the atmosphere due to flaring gas burning.

Keywords: Energy conservation, flare gas , feed gas, green house emission.

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk dan perubahan gaya hidup menyebabkan permintaan minyak dan gas secara global terus mengalami peningkatan. Hal ini berdampak pada besarnya jumlah CO yang diproduksi sebagai limbah produk gas yang terbakar.

Kilang LNG Arun melakukan pencairan gas alam dengan produksi 57.000 m³/hari LNG yang dilengkapi dengan unit-unit pemisahan gas dan kondensat, pemurnian gas, pencairan, *storage* serta dibantu dengan unit-unit penunjang (utilities). Setiap train pencairan gas alam mampu mengelola 282 MMSCFD gas untuk menghasilkan 9500 m³/hari LNG pada 100% kapasitas desain.

Sistem suar bakar berfungsi untuk membakar gas atau uap hidrokarbon sebelum dibuang ke atmosfer. Ada dua sistem suar bakar yaitu sistem suar bakar basah dan sistem suar bakar kering di kilang PT. Arun NGL.

Sistem suar bakar basah berfungsi untuk membakar gas basah panas. Gas panas ini berasal dari unit-unit pipa gas, pemurnian kondensat, *feed gas booster*, sistem gas bakar (*fuel gas*), pembangkit listrik dan pembangkit steam. Sedangkan sistem suar bakar kering berfungsi membakar gas kering panas

yang berasal dari unit pencairan gas. Selain itu juga terdapat 2 suar bakar yang hanya digunakan pada saat pemuatan LNG.

Berdasarkan data operasional PT. Arun, NGL, mencatat sistem suar basah (*wet flare*) membakar gas basah panas mencapai 0,755 mmscf/hari dan sistem suar kering membakar gas kering panas mencapai 1.658 mmscf/hari. Dari data tersebut terlihat ada peluang dilakukan konservasi dengan cara mengambil kembali gas tersebut dan dikembalikan sebagai gas bahan bakar (*fuel gas*) bertekanan rendah.

Penelitian ini bertujuan untuk menilai capaian program konservasi energi pada unit *Flared and Vented Gas* sehingga dapat diketahui seberapa besar kontribusi PT Arun NGL dalam mereduksi emisi CO₂ kelengkapan

1.1. Konservasi Flare Gas

Flare Gas Recovery adalah salah satu metode yang digunakan untuk menurunkan flare loss dengan cara *re-cover flare* gas yang mempunyai nilai potensial untuk dijadikan sebagai *feedstock* (*feed Hydrogen Plant*), *fuel* ataupun *product* (seperti LPG). *Flare Gas Recovery Unit* ini juga dapat menurunkan emisi kilang dari produk samping pembakaran seperti

NO_x , CO, dan CO_2 . *Flare Gas Recovery Unit* memberikan keuntungan bagi suatu unit proses/kilang, yaitu :

1. Menurunkan *flare loss*
2. Menurunkan fuel consumption suatu kilang
3. Menurunkan steam consumption suatu kilang
4. Meningkatkan *flare tip life*.
5. Menurunkan emisi dari operasi kilang.

Berikut metode yang digunakan untuk menurunkan *flare loss* :

1. Review kondisi peralatan proses untuk minimize bukaan *control valve* yang ke flare.
2. Mengidentifikasi valve yang bocor ke flare secara terus menerus dan lakukan perbaikan.
3. Pertimbangan pemasangan *flare gas recovery*.

1.2. Pemakaian Gas Suar Bakar untuk Bahan Bakar Turbin Gas

Metode yang telah dilakukan untuk mengurangi *gas flare* adalah konversi energi menjadi listrik. Daya listrik yang dihasilkan oleh penggunaan bahan bakar merupakan salah satu bentuk yang paling banyak digunakan.

Energi listrik sebagai sumber energi sekunder, dari konversi sumber energi lainnya seperti batubara, gas alam, minyak, tenaga nuklir dan sumber alam lainnya. *Flare gas* dari kilang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar. Sebuah stasiun utilitas listrik menggunakan turbin untuk menggerakkan generator listrik. Turbin mengubah bahan bakar menjadi energi kinetik dan kemudian dirubah menjadi energi mekanik. Turbin gas biasanya digunakan ketika penggunaan daya listrik berada pada permintaan yang tinggi.

Bahan bakar dibakar untuk menghasilkan panas pembakaran gas yang kemudian diarahkan langsung untuk memutar turbin, putaran sudu-sudu turbin kemudian menghasilkan energi listrik.

1.3. Pemanfaatan Gas Suar Bakar Sebagai Feed Gas

Metode pemanfaatan gas suar bakar yang diusulkan lainnya adalah melakukan injeksi gas suar bakar ke pipa feed gas. Metode injeksi dilakukan dengan cara meningkatkan tekanan gas suar bakar mencapai tekanan feed gas. Pada unit lapangan LNG PT. Arun perbandingan tekanan yang dapat dilakukan adalah 1: 2,5, atau dari tekanan gas suar bakar 14 bar dikompresi menjadi tekanan keluar 35 bar. Kondisi temperatur pada masukan kompresor adalah 25 °C. Massa aliran gas suar bakar adalah 337.600 kg/hr, dan hasil analisis adalah:

<i>Adiabatic head (m)</i>	21,940
<i>Polytropic head (m)</i>	22,740
<i>Adiabatic efficiency</i>	75.00
<i>Polytropic efficiency</i>	77.929
<i>Power consumed (kW)</i>	13,610

<i>Fluid power (kW)</i>	13,610
<i>Polytropic head factor</i>	1.00
<i>Polytropic exponent</i>	1.3403
<i>Isentropic exponent</i>	1.2521

2. Metode Penelitian

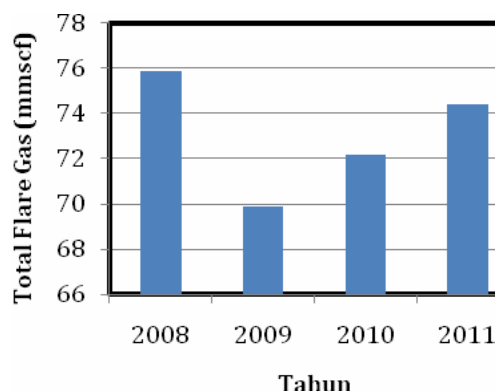
Penelitian ini dilaksanakan di PT. Arun, NGL Lhokseumawe. Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap. Tahap pertama diisi dengan pengumpulan literatur tentang pemanfaatan gas suar bakar. Tahap kedua dilakukan pengambilan data operasional unit *flare* untuk mendapatkan informasi tentang metode operasional dan data operasional flare yang dilanjutkan dengan pengolahan data. Keseluruhan kegiatan tersebut dijadwalkan akan dilaksanakan dalam waktu 3 bulan.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data operasional yang diperoleh dari hasil pencatatan pada ruang kontrol selama operasional masing-masing unit. Seluruh data operasi kemudian dilakukan penyaringan untuk memperoleh informasi tentang total gas suar bakar. Dari hasil pencatatan diperoleh data total gas suar bakar yang terjadi selama tahun 2008 sampai tahun 2011 sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1.

Dari gambar terlihat, total gas suar bakar terjadi pada tahun 2008 sebanyak 76 mmcsfd dan terendah pada tahun 2009 sebanyak 69,9 mmcsfd.

Dari data tersebut diperoleh rata-rata gas suar bakar yang terjadi sebesar 73 mmcsfd. Pada pengamatan ini juga diperoleh operasi gas suar bakar sebagaimana ditunjukkan dibawah ini

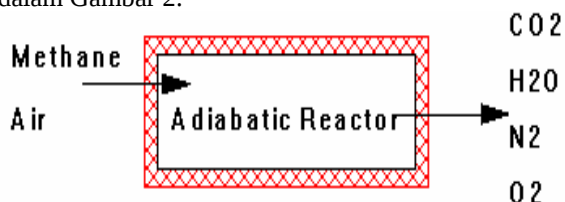
<i>Temperature (°C)</i>	34.19
<i>Pressure (kPa)</i>	305
<i>Molar flow (kgmol/h)</i>	17.760
<i>Mass flow (kg/h)</i>	337.600
<i>Molar enthalpy (kJ/kgmol)</i>	- 7.981e+ 004
<i>Molar entropy (kJ/kgmol _C)</i>	178.0
<i>Heat flow (kJ/h)</i>	- 1.417e+009



Gambar 1. Gas suar bakar yang terbentuk selama proses produksi PT. Arun, NGL

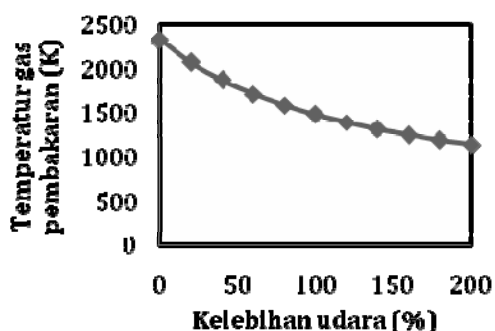
3. Hasil Dan Pembahasan

Analisis pemanfaatan gas suar bakar sebagai bahan bakar turbin gas dimulai dengan melakukan perhitungan temperatur gas hasil pembakaran bahan bakar. Perhitungan dilakukan dengan menerapkan asumsi bahwa pembakaran berlangsung secara adiabatik dengan proses sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi proses pembakaran gas suar bakar

Dengan menggunakan data entalpi bahan bakar yang diperoleh pada saat pengambilan data dan dengan memvariasikan kelebihan udara pembakaran mulai 0 % sampai 200%, maka temperatur gas hasil pembakaran diperoleh sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan temperatur pembakaran dengan kelebihan udara

Untuk menganalisa daya yang dapat dibangkitkan dilakukan perhitungan dengan menggunakan perbandingan kompresi sebesar 17, dengan melakukan variasi temperatur masuk turbin maka diperoleh kerja dan efisiensi siklus sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1.

Dari hasil perhitungan diperoleh kerja turbin meningkat dengan meningkatnya temperatur gas masuk turbin, dan hal yang sama juga ditunjukkan oleh efisiensi siklus. Berdasarkan pada pertimbangan keterbatasan material sudu turbin, maka pada analisis ini diambil temperatur masuk turbin berada pada kondisi kelebihan udara pembakaran 200%, diperoleh temperatur sebesar 1189 K (916 °C) maka diperoleh kerja turbin sebesar 147,31 Kj/Kg. Dengan menggunakan jumlah bahan bakar sebesar 337.600 Kg/hr (93,78 Kg/s) maka diperoleh Daya turbin sebesar 13.814 KW (13,8MW). Setelah diperoleh daya turbin kemudian dilanjutkan dengan perhitungan biaya pengadaan pembangkit listrik

tenaga gas. Untuk perhitungan ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Retscreen.

Tabel 1. Hasil perhitungan kerja bersih turbin

No.	Temperatur Masuk Turbin (K)	Kerja Bersih (Kj/Kg)	Efisiensi Siklus (%)
1	2017	555.50	0.4108
2	2071	581.90	0.4132
3	1872	484.20	0.4031
4	1715	406.60	0.3922
5	1587	343.40	0.3804
6	1480	291.00	0.3676
7	1390	246.70	0.3536
8	1314	208.80	0.3382
9	1247	176.00	0.3213
10	1189	147.30	0.3025

Tabel 2. Parameter finansial analisis ekonomi turbin gas

Parameter finansial		
Tingkat inflasi	%	4.0%
Masa proyek	thn	30
Rasio hutang	%	70%
Tingkat bunga hutang	%	8.00%
Persyaratan hutang	thn	10

Analisis finansial dilakukan dengan menggunakan harga pengadaan seluruh instalasi turbin gas sebesar \$US1700/Kw, dan dengan menerapkan parameter finansial sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2, dan hasil perhitungan ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan ekonomi instalasi turbin gas

Biaya awal	(US)	Nilai
Sistem pembangkit	\$	23.460,000
Total biaya awal	\$	23.460,000
Biaya bahan bakar - kasus yang diusulkan	\$	4.411,322
Pembayaran hutang - 10	\$	2.447,362
Total biaya tahunan	\$	6,858,685
Pendapatan dan tabungan tahunan		
Pendapatan ekspor listrik	\$	8,220,384
Kelayakan keuangan		
IRR sebelum pajak – ekuitas	%	31.8
IRR sebelum pajak – asset	%	14.3
Simple payback	thn	6.2
Balik modal ekuitas	thn	4.0

Pada perhitungan ekonomi instalasi turbin gas, seluruh energi listrik yang dihasilkan diasumsi dijual dengan harga jual ditetapkan sebesar \$0,0085/KWh. Dari hasil perhitungan diperoleh waktu pengembalian modal dapat dicapai pada tahun ke 6,2.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa ada dua metode yang dapat digunakan untuk melakukan minimalisasi kehilangan energi pada *flare* gas, yaitu melalui pemanfaatan sebagai bahan bakar dan sebagai *feed* gas. Dengan melakukan analisis simulasi termodinamika dan analisis ekonomi, diperoleh :

1. Berdasarkan hasil simulasi dan analisis ekonomi pemanfaatan flare gas untuk pembangkit energi turbin gas menunjukkan kebutuhan biaya awal yang cukup tinggi, akan tetapi metode ini mampu menghemat 356.5 MMSCFD gas suar bakar.
2. Pemanfaatan gas suar bakar untuk menjadi feed gas akan lebih menguntungkan, karena biaya pengadaan kompresor yang lebih kecil. Metode ini sangat sesuai digunakan pada pemanfaatan kembali gas suar bakar sebagai feed gas.
3. Pemanfaatan kembali flare gas suar bakar mengakibatkan terjadinya pengurangan produksi gas emisi CO₂ sebesar 1.163.740,04 ton, N₂O sebesar 41,63 ton, SO_x 2.035,38 ton dan NO_x sebesar 1.180,61 ton.

Daftar Pustaka

- [1] Bjorndalen, N., Mustafiz, S., Rahman, M.H., Islam, M.R., 2005. *No-flare design: converting waste to value addition*. Energy Sources 27, 371-380.
- [2] Brown, R.N., 2005. *Compressors: Selection and Sizing*, third ed. Elsevier Science & Technology Books.
- [3] Dale Beggs, H., 1984. *Gas Production Operations*. Oil & Gas Consultants International Inc.
- [4] Horlock, J.H., 2003. *Advanced Gas Turbine Cycles*, first ed. Elsevier Science Ltd, Cambridge, U.K.
- [5] Iandoli, L., Kjølstrup, S., 2007. *Energy analysis of a GTL process based on lowtemperature slurry FT reactor technology with a cobalt catalyst*. Energy Fuels 21, 2317-2324.
- [6] Kidnay, A.J., Parrish, W.R., 2006. *Fundamentals of Natural Gas Processing*. Taylor and Francis, Ohio.
- [7] Mourad, D., Ghazi, O., Noureddine, B., 2009. *Recovery of flared gas through crude oil stabilization by a multi-staged separation with intermediate feeds: a case study*. Korean J. Chem. Eng. 26 (6), 1706-1716.
- [8] Peters, M.S., Timmerhaus, D., 1981. *Plant Design and Economics for Chemical Engineering*, third ed. McGraw-Hill, New York, N