



## **Analisa Kelebihan Tekanan pada Flare Stack Dengan Metode Pembakaran Gas Lebih**

### ***Analyze The Excess of The Pressure on The Flare Stack Using The Gas Combustion Method***

Amirsyam<sup>1)\*</sup>, Amru Siregar<sup>1)</sup>, Azhar Febbry Zain<sup>1)</sup>

1) Teknik Mesin, Universitas Medan Area, Indonesia

\*amirsyam@staff.uma.ac.id

---

#### **Abstrak**

Gas metana ini merupakan gas rumah kaca yang 21 x lebih merusak dari pada karbondioksida. Dampak terjadinya kelebihan tekanan akan terlihat api yang lebih tinggi dari cerobong flare, dan kemungkinan besar bisa mengakibatkan kebakaran di area pengolahan biogas. Tujuan penelitian ini ialah analisa kelebihan tekanan pada proses pembakaran pada flare dan jumlah emisi hasil pembakaran flare. Bahan yang digunakan ialah gas metana, oksigen, dan POME (Palm Oil Mill Effluent). POME akan difermentasi untuk menghasilkan biogas. Selanjutnya kelebihan tekanan biogas tersebut dibakar dengan menggunakan alat cerobong flare. Hasil penelitian, apabila tekanan terukur diperbesar, sedangkan tekanan atmosfer tetap, maka tekanan sebenarnya yang dihasilkan akan semakin kecil. Semakin tinggi variasi tekanan gas metana, maka kandungan metana yang dihasilkan akan semakin besar. Akibatnya, suhu proses pembakaran akan semakin besar pula. Semakin tinggi tekanan gas, maka semakin cepat pula proses waktu pembakaran gas metana yang terjadi.

**Kata Kunci:** Pembakaran gas berlebih, Emisi gas, Kerugian tekanan pada pipa

#### **Abstract**

*Methane gas is a greenhouse gas that is more destructive than carbon dioxide. The impact of excess pressure will be seen on the higher fire from the flare chimney, which can cause fires around the biogas processing area. The purpose of this study is to analyze the excess pressure on flares on the content and timing of combustion of methane gas. The materials used are methane gas, oxygen, and POME (Palm Oil Mill Effluent). POME will be fermented to produce biogas. Furthermore, the excess biogas pressure is burned using a flare chimney. The results of the study, if the measured pressure is enlarged, while the atmospheric pressure remains, then the actual pressure produced will be smaller. The higher the pressure variation of methane gas, the greater the methane content produced. As a result, the temperature of the combustion process will be even greater. The higher the gas pressure, the faster the process of combustion of methane gas occurs.*

*Keywords: Burning excess gas, methane gas, excess pressure on the flare stack*

**How to Cite:** Amirsyam, 2018. Analisa Kelebihan Tekanan pada Flare Stack Dengan Metode Pembakaran Gas Lebih, JMEMME, 2 (2): 67-72

---

## PENDAHULUAN

Salah satu energi terbarukan adalah biogas. Biogas memiliki peluang besar sebagai energy alternatif dan masih terus berkembang. Instalasi Flare merupakan sistem pengamanan terhadap kelebihan tekanan dari suatu jenis gas yang dihasilkan dari proses pengolahan maupun produksi, yaitu dengan cara membakar gas tersebut (Bassey 2008). Selain itu, pembakaran gas pada flare bertujuan untuk meminimalisir pencemaran lingkungan. Hal ini disebabkan karena apabila gas yang dibuang ke udara tanpa dibakar terlebih dahulu tentunya memiliki dampak negatif bagi lingkungan sekitar seperti kerusakan tumbuhan, lingkungan hidup, dan kesehatan manusia.

Pembakaran gas pada flare masih menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub> yang tentunya mencemari lingkungan dan merupakan penyebab utama pemanasan global saat ini. Oleh karena itu, perlunya pengembangan lebih lanjut mengenai pemanfaatan gas pada flare melalui konversi energi agar gas flare bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi lain. Saat ini, hal tersebut telah menjadi prioritas utama industri-industri migas untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan serta menjadi sumber energi alternatif lainnya (Aghalino 2012).

Gas yang dihasilkan dari pengolahan minyak bumi sebagian besar adalah gas metana. Gas metana ini merupakan gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Sama halnya seperti karbondioksida (CO<sub>2</sub>), tetapi gas metana memiliki dampak sebesar 21 x lebih merusak dari pada karbondioksida. Disamping itu, gas yang diproduksi biasanya juga banyak mengandung CO<sub>2</sub> dan

H<sub>2</sub>S yang dapat membahayakan kesehatan dan kehidupan manusia. Pada saat udara lembab dan tekanan udara akan menurun, maka gas akan menjadi lebih berat dari udara dan hal ini akan membuat gas turun mencapai tanah dan meningkatkan kemungkinan untuk terjadi kebakaran serta dampak-dampak negative lainnya yang merugikan (Richard 2010).

Flare stack adalah alat pembakar berbentuk vertical yang biasa digunakan dalam sumur minyak, sumur gas, alat-alat pengeboran minyak, kilang, plant kimia, dan plant gas alam. Alat ini digunakan untuk menghilangkan limbah gas yang tidak dapat digunakan atau diangkut. Alat ini menggunakan sistem keamanan gas dan pembebasannya, yaitu *pressure relief valve*, yang bekerja ketika dibutuhkan untuk menurunkan tekanan dalam peralatan (Ohio Epa 2014). Bentuk *flare stack* diperlihatkan pada gambar 1.

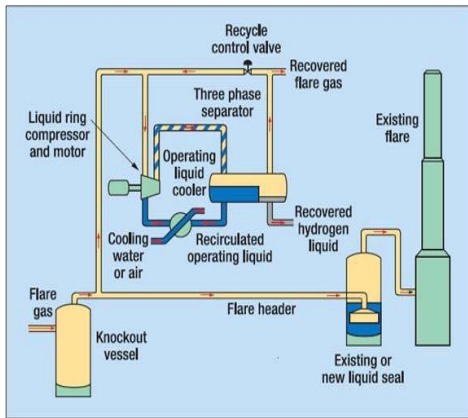


Gambar 1 *Flare Biogas*

Sumber : (Winrock Internasional 2015)

Metode yang umum digunakan pada alar flare ialah metode *Flare gas recovery*. Metode ini digunakan untuk menurunkan flare loss dengan cara me-recover flare gas yang mempunyai nilai potensial untuk dijadikan sebagai *feedstock* (*feed Hydrogen*

Plant), *fuel* ataupun produk LPG melalui skema proses tertentu. Flare gas recovery unit ini juga dapat menurunkan emisi ke defenisi dari kilang dari produk samping pembakaran seperti NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>. Secara skematik, metode *Flare gas recovery* diperlihatkan pada gambar 2.



Gambar 2 Process of Gas Flare  
Sumber: (Ohio Epa 2014)

Knock Out Drum (KO Drum) adalah alat yang berbentuk vessel ini bertujuan untuk memisahkan kondensat atau cairan lain yang terbentuk atau mengalir disepanjang pipa Flare Header dengan gas yang mengalir ke Flare. KO Drum diletakkan mendekati Flare Stack (menara pembakar), agar semua kondensat terkumpul dan tidak ikut terbakar di Flare yang dapat mengakibatkan api menyala hitam.

*Flame Arrester* ini adalah alat yang berfungsi mengatasi *Back Fire* (membaliknya aliran api) dari puncak *Flare* ke jalur *Flare Header*. Hal tersebut dapat terjadi antara lain jika: adanya oksigen yang masuk ke dalam selongsong *Flare* menyala dengan api yang kecil dan tekanan udara di sekitar *Flare* yang tinggi. Pada saat *start-up flare* atau sistem yang tidak *purging* (dibasuh dengan *inert* atau gas

buang) dengan benar, sehingga sisa-sisa oksigen di dalam selongsong *Flare* masih ada. Oksigen inilah yang akan terbakar bersama bahan bakar (sebagai gas sisa pembuangan pabrik) di dalam selongsong *Flare* dan mungkin merambat ke jalur pipa *Flare Header*. Bentuk alat *flame arrester* diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3 Flame arrester  
Sumber: (IEA Bioenergy Agreement 2000)

Pada saat *shut-down flare*, api akan mati secara berlahan-lahan, sehingga berpeluang *Flare* akan menghisap oksigen dari udara disekitarnya dari puncak. Api yang belum benar-benar mati ini juga memiliki potensi terbakar di dalam selongsong Flare karena adanya oksigen yang masuk.

Tujuan penelitian ini ialah analisa kelebihan tekanan pada proses pembakaran pada flare terhadap kandungan dan waktu pembakaran gas metan.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang diperlukan untuk penelitian ini sebagai berikut: (1) CH<sub>4</sub> (Gas metana), (2) O<sub>2</sub> (Oksigen), dan (3) Pome (*Palm oil mill effluent*), yaitu limbah cair kelapa sawit. POME diperoleh dari bak penampungan limbah cair yang terdapat di

pabrik kelapa sawit. Bentuk dan wadah penampung POME diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4 Limbah cair kelapa sawit  
Sumber: PT. Ukindo Blankahan, Langkat

Alat yang digunakan selama penelitian adalah: (1) *Knock out pot (drum)*, (2) *Flow control valve* (Katup kontrol aliran), (3) *Gas booster* (Gas penguat), (4) *Slam shut valve* (Slam menutup katup), (5) *Flame arrestor* (penangkap nyala api), dan (6) *Flame shroud containing burner*. Alat-alat ini diperlihatkan pada gambar 5.

Data tentang pembakaran gas metana di *flare* ialah:

- Laju aliran gas /h = 60-480
- Kapasitas burner hingga: 3600 kw
- Tekanan gas awal: 8-15 kpa
- Konsentrasi metana: 40-60 %
- Suhu pembakaran : 1000-1200°C
- Tekanan suara di bawah beban penuh < 69dBa

Pengolahan awal pada kolam air limbah (POME), air limbah tersebut berasal dari pabrik Ukindo yang selanjutnya akan diolah. Air limbah cair tersebut di letakkan pada kolam sedimentasi. POME tersebut akan difermentasi dalam tangki sistem bio-digester. Kemudian pengolahan biogas berlangsung didalam tangki bio-digester.

(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



Gambar 5. Peralatan penelitian: (a) *Knock out pot (drum)*, (b) *Flow control valve* (Katup kontrol aliran), (c) *Gas booster* (Gas penguat), (d) *Slam shut valve* (Slam menutup katup), dan (e) *Flame arrestor*.

Sumber: (PT. Ukindo Blankan, Langkat)

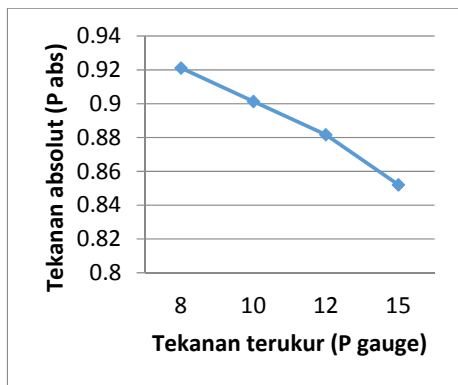
Pada saat pengolahan biogas kemungkinan terjadi kelebihan yang terdapat pada pembukaan katup *scrubber* akan di alirkan ke pembakaran *flare*. Kemungkinan kedua yang bisa

menyebabkan terjadinya tekanan pada gas metana akan di alirkan yaitu pada mesin pendingin chiller yang menurun suhu panas metana berkisar dari 60°C - 20°C. Gas berlebih yang dihasilkan selama satu hari yaitu mencapai 404000 lb (pound).

Berikutnya gas berlebih tersebut akan dibakar dengan tipe *medium temperatur flare (open flare)* dengan konsumsi bahan bakar 404000 lb (pound) dengan tekanan gas awal 8 kpa - 15 kPa, temperatur pembakaran 1000 - 1200 °C, dan waktu pembakaran selama 2 jam 15 menit.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil analisa terlihat bahwa apabila tekanan terukur diperbesar pada tekanan atmosfer yang tetap, maka tekanan sebenarnya yang dihasilkan akan semakin kecil. Grafik penurunan tekanan tersebut diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6 Grafik Tekanan terukur dengan tekanan absolute  
 Sumber: (PT. Ukindo Blankahan, Langkat)

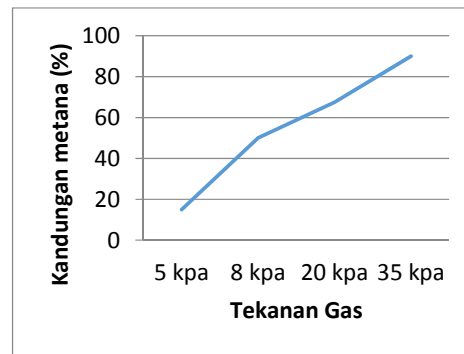
Variasi tekanan gas terhadap kandungan metana, dan suhu nyala api diperlihatkan pada tabel 1. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi tekanan gas metana, maka kandungan metana yang diperlukan akan

semakin besar. Akibatnya, suhu proses pembakaran akan semakin besar pula. Oleh karena itu, tekanan gas awal menentukan berapa persen kandungan gas metana dan suhu nyala api pada pembakaran flare. Kondisi ini diperlihatkan pada gambar 7 untuk hubungan tekanan gas dan kandungan methan, dan gambar 8 untuk grafik hubungan tekanan gas dan suhu nyala api flare.

Tabel 1 Data tekanan gas dengan kandungan metana, dan suhu nyala api

Tekanan gas (kpa)	Kandungan metana (%)	Suhu (°C)
5- 8	5 - 20	600
8 - 15	40 - 60	1000 - 1200
20 - 35	60 - 75	1200 - 1400
35 - 40	80 - 100	1400 - 1600

Sumber: PT. Ukindo Blankahan, Langkat

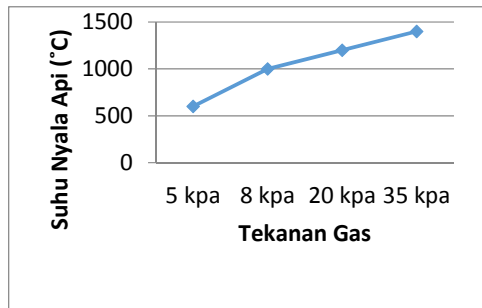


Gambar 7 Grafik tekanan gas dengan kandungan metana

Sumber: (PT. Ukindo Blankahan, Langkat)

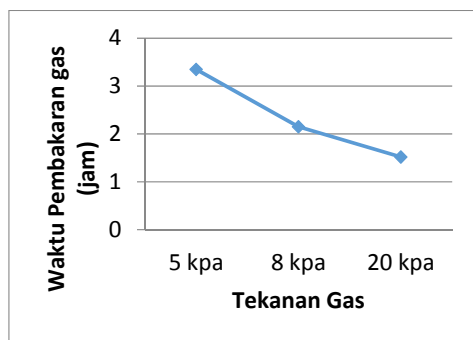
Hubungan antara tekanan gas dan waktu pembakaran gas diperlihatkan pada gambar 9. Pada tekanan gas 5 - 8 kPa, waktu pembakaran kelebihan tekanan gas adalah 3 jam 35 menit. Pada tekanan gas 8 - 15 kpa waktu pembakaran kelebihan tekanan gas adalah selama 2 jam 15 menit. Pada tekanan gas 20 - 35 kpa waktu

pembakaran kelebihan tekanan gas adalah selama 1,5 jam 20 menit. Dengan demikian, semakin tinggi tekanan gas, maka semakin cepat pula proses waktu pembakaran gas metana yang terjadi.



Gambar 8 Grafik antara tekanan gas dengan suhu nyala api

Sumber: (PT. Ukindo Blankahan, Langkat)



Gambar 9 Grafik antara tekanan gas dengan waktupembakaran gas metana  
Sumber: PT. Ukindo Blankahan, Langkat

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, apabila tekanan terukur diperbesar pada tekanan atmosfer yang tetap, maka tekanan sebenarnya yang dihasilkan akan semakin kecil. Semakin tinggi variasi tekanan gas metana, maka kandungan metana yang diperlukan akan semakin besar. Akibatnya, suhu proses pembakaran akan semakin besar pula. Oleh karena itu, tekanan gas awal menentukan berapa persen kandungan gas metana dan suhu nyala api

pada pembakaran flare. Semakin tinggi tekanan gas, maka semakin cepat pula proses waktu pembakaran gas metana yang terjadi. Sedangkan dengan tekanan atmosfer yang tetap, maka tekanan sebenarnya yang dihasilkan akan semakin kecil. Semakin tinggi variasi tekanan gas metana, maka kandungan metana yang diperlukan akan semakin besar. Akibatnya, suhu pembakaran pada flare akan semakin besar pula.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Pimpinan PT. Ukindo Blangkahan, Langkat yang telah memberikan izin dan dukungan selama penelitian berlangsung. Terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan dukungan dan fasilitas bagi terselesainya kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aghalino (2012), "Gas flaring, Environmetal Pollutions and Abatement Measures, vol no 4 2012
- Diklat PLN (2006), analisis pembakaran berdasarkan volume, combustion analysis by volume
- IEA bioenergy (2000), biogas flares desember.
- Himmelblau (1991), " Udara berlebih ", excess air
- Melisa (2015), "Flame temperature ,temperatur nyala api".
- Martono (2009), " Emisi pembakaran tetap" vol o6 o4
- N. Bassey (2009), 'Gas flaring : Assaulting Communities,jeopar dizing the world",Abuja, 10-11 Desember.
- Ohio Epa (2014), " Gas Flare , Sistem keamanan dan pembebasan, division of air pollution control ,November.
- Sucipto (2012), "Kesetaraan biogas dengan sumber lain".
- Triyono (2009), Prosesfermentasidari biogas", the fermentation process of biogas.