

# ANALISA SENSITIVITAS TEG DEHYDRATION SYSTEM PLANT PULAU GADING JOB PERTAMINA – TALISMAN JAMBIMERANG

Kristinah Haryani<sup>1</sup>, Adrianus Atma Adiwijaya<sup>2</sup>, William Wicaksono Darmanto<sup>3</sup>, & Suryanto<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

<sup>4</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275  
Email: [suryanto\\_smg@yahoo.com](mailto:suryanto_smg@yahoo.com)

## Abstrak

Dalam industri migas salah satu bahan bakar dengan hasil pembakaran yang cukup bersih adalah gas alam. Banyak industri gas yang sudah berada di Indonesia, salah satunya adalah JOB Pertamina Talisman Jambimerang. Tujuan dalam penulisan jurnal ini, mengkaji uji sensitivitas dari variabel variabel yang berpengaruh yakni flowrate TEG, suhu wet gas, suhu reboiler, dan flowrate stripping gas. Dikaji pula pengaruhnya terutama terhadap kadar air dry gas, glycol loss dan hydrocarbon loss yang terjadi dan mengkaji pula mengenai kebutuhan flowrate TEG teoritis dan banyaknya glycol loss aktual yang terjadi serta masalah yang sering muncul pada unit dehidrasi TEG. Simulasi yang dilakukan menggunakan program Aspen Hysys v8.8, simulasi menggunakan data pada HMB dalam design, dalam kondisi operasi 100%. Dari hasil simulasi dapat diketahui temperatur inlet gas, TEG flowrate, dan temperature reboiler yang optimal untuk Dehydration Unit Plant Pulau Gading yang beroperasi 100% yaitu sebesar 108°F, 5356 lb/hr, dan 399,2°F. Dengan flowrate stripping gas 50 lb/hr bisa didapat penurunan kadar air yang signifikan dengan glycol loss yang cukup rendah. juga dihitung. Pada jurnal ini juga terdapat perhitungan TEG circulation rate teoritis dan glycol loss pada kondisi actual serta pembahasan mengenai permasalahan – permasalahan umum yang sering terjadi pada TEG Dehydration Unit.

**Kata Kunci :** “TEG”, “Dehydration Unit”, “dry gas”, “glycol loss”, “HYSYS Simulation”.

## 1. Pendahuluan

Salah satu bahan bakar fosil yang hasil pembakarannya bersih, sehingga dapat disebut ramah lingkungan adalah gas alam. Telah banyak industri yang bergerak dibidang pengolahan gas alam salah satunya adalah JOB Pertamina-Talisman Jambi Merang yang memiliki blok gas alam, pada daerah Sumatra Selatan, dengan 3 (tiga) daerah utama yaitu blok Pulau Gading, blok Sungai Kenawang dan blok Gelam. Untuk persiapan menjual gas alam ke pasar tentunya harus diberikan *treatment* terlebih dahulu. *Treatment* tersebut termasuk pelepasan kandungan CO<sub>2</sub>, air dan H<sub>2</sub>S dalam gas. Permasalahan yang ada dimana, kebanyakan gas alam memiliki kandungan air dalam bentuk vapor yang tinggi. Proses pemisahan air (dehidrasi) dapat dilakukan secara adsorpsi (menggunakan fluida cair seperti *Tri Ethylene Glycol/TEG*) dan dapat

juga dilakukan dengan adsorpsi (menggunakan padatan seperti *molecular sieve, desiccant*).

Pada kondisi aktual saat ini, Plant Pulau Gading tidak beroperasi 100%. Aliran gas alam yang saat ini diproses tidak mencapai 100% kapasitas operasinya. Perubahan flowrate tersebut tentunya berpengaruh pada variabel lain agar tetap dapat menghasilkan produk gas yang sesuai spesifikasi.

*TEG dehydration system* pada blok Pulau Gading gas plant terdiri atas 2 (dua) bagian, yaitu *TEG Contactor* (PG-20-C-01) dan *TEG Regenerator* (PG-20-C-02). Terdapat beberapa variabel yang berpengaruh pada unit ini, yaitu *flowrate wet gas*, *flowrate TEG*, suhu *wet gas*, suhu *reboiler*, dll.

Tujuan dalam penulisan jurnal ini yakni, mengkaji mengenai uji sensitivitas dari variabel-variabel yang berpengaruh pada unit dehidrasi TEG. Untuk dapat dilakukan uji sensitivitas, dibuat simulasi dari unit dehidrasi TEG Plant Pulau Gading

menggunakan *software* Aspen HYSYS v8.8. Pada simulasi tersebut, dilakukan uji sensitivitas dari variabel-variabel yang berpengaruh, yaitu *flowrate TEG*, suhu *wet gas*, suhu *reboiler*, dan *flowrate stripping gas*. Selanjutnya dikaji pengaruhnya terutama terhadap kadar air pada *dry gas*, *glycol loss*, dan *hydrocarbon loss* yang terjadi ini juga akan dikaji mengenai kebutuhan *flowrate TEG* teoritis dan banyaknya *glycol loss* aktual yang terjadi serta beberapa masalah yang sering muncul pada unit dehidrasi TEG.

## 2. Metode Penelitian

Dalam melakukan simulasi dari *TEG Dehydration* Proses secara seakurat mungkin dalam kondisi operasi normal, menggunakan program Aspen Hysys v8.8, model yang digunakan sebagai basis perhitungan merupakan Peng-Robinson EOS. *Feed* berupa *wet gas* dari *PG Gas Mercury Removal*, masuk dalam *TEG Contactor* dimana dalam *TEG Contactor* (PG-20-C-01) terdapat 2 bagian yaitu bagian bawah berupa *integral inlet separator* dan bagian atas berupa tempat untuk terjadinya proses dehidrasi. *Feed gas* masuk pada *integral separator* dan memisahkan antara *condensate* dengan gas yang terkandung dalam *feed*, kondensat akan keluar menuju *HP Flare KO Drum*, dan *wet gas* menuju ke bagian atas. Gas yang menuju keatas dengan suhu 108°F dan tekanan 1130psig akan berkontak dengan *lean glycol* dengan suhu 118.9°F dan tekanan 1159psig dalam kontaktor dengan *theoretical tray* sebanyak 4 buah dengan masing masing mempunyai efektifitas sebanyak 25%. Hasil dari kontak tersebut berupa *dry gas* dengan *water content* sebanyak 6.671 lb/MMScf, dengan *dewpoint* 53.24°F, sedangkan *rich glycol* yang keluar dari kontaktor menuju pada *reflux condenser*, sebelumnya dilewati pada *level valve* untuk menurunkan tekanannya menjadi 89.92psig. Setelah itu

*rich glycol* melewati *TEG Reflux Condenser* (PG-20-E-01), terletak pada bagaian atas dari *still coloumn* pada reboiler dan panas didapatkan dari uap hasil keluaran boiler, sehingga *rich glycol* sudah dipanaskan terlebih dahulu.

Selanjutnya, *rich glycol* dari *reflux condenser* masuk menuju *rich lean glycol exchanger* (PG-20-E-04) untuk dipanaskan secara *counter current*, selanjutnya *rich glycol* masuk pada *glycol flash vessel*. *Glycol flash vessel* (PG-20-V-02) ini dedesain sebagai *separator* horizontal 3 fase. Gas yang terserap dalam *rich glycol* ter-*flash* menjadi gas dan menuju ke *LP Flare*. *Glycol* yang terpisah, keluar dari *flash vessel* dan mengalir menuju pada *glycol filter* (PG-20-F-01 A/B), dengan tujuan menyaring *solid particle* dari *rich glycol*. Setelah masuk pada *glycol filter*, *rich glycol* masuk pada *activated carbon filter* (PG-20-F-02) dengan tujuan menyaring sisa sisa dari hidrokarbon pengotor dari *rich glycol*, masing masing dari filter ini menurunkan tekanan dari *rich glycol* menjadi 33.65psig.

Setelah *rich glycol* melewati *filter*, kemudian masuk pada *lean glycol exchanger* (PG-20-E-03) untuk dipanaskan menjadi 333.4 °F. Setelah itu *rich glycol* masuk pada unit regenerasi yang terdiri dari *TEG Still Coloumn* (PG-20-C-02), *TEG Reboiler* (PG-20-E-02), *Stripping Coloumn* (PG-20-C-03) dan *Glycol Surge Drum* (PG-20-V-01). *Rich glycol* masuk kedalam *still coloumn* setelah melewati *flash vessel level control valve* (LV-111). *Still coloumn*, terpasang diatas *reboiler* disimulasikan menggunakan *Nutter Rings, Metal no.1*, disusun secara *random* dengan korelasi *packing SLEv73* untuk separasi antara *glycol* dengan uap air. *Rich TEG inlet nozzle*, bertempat pada bagian bawah dari *packed bed*. Bagian bawah dari *feed nozzle* diketahui sebagai bagian untuk transfer panas dan digunakan untuk

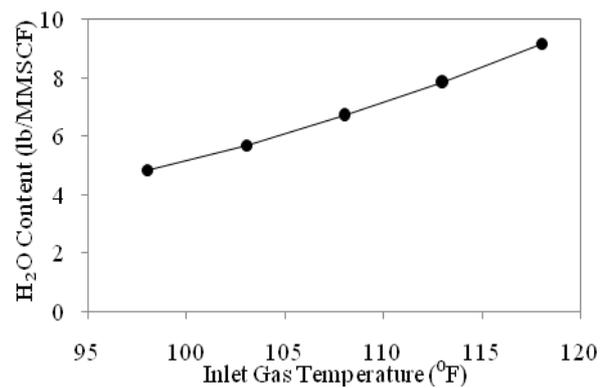
memanaskan *glycol* sampai pada suhu untuk regenerasinya. Bagian atas dari *feed nozzle* disebut sebagai bagian untuk separasi antara uap air dalam fase *glycol*. *Glycol* dari *still coloumn* turun kebawah menuju *reboiler* dengan suhu operasi sebesar 400<sup>0</sup>F, dan panas yang *disupply* dari *fuel gas* digunakan untuk meregenerasi *rich glycol*, uap hasil pemanasan *rich glycol*, naik keatas menuju *reflux condenser*, sehingga sebageian besar *glycol* dapat terkondensasi dan air menguap dan terbawa menuju ke *flare* sehingga dibuatlah sistem *recovery*. *Lean Glycol* dari *reflux condenser* turun lalu masuk ke *reboiler*, mengalir menuju *stripping coloumn*, dimana residu dari air yang tidak terbangun dapat dipisahkan menggunakan *stripping gas* dari *fuel gas system*, tetapi dalam simulasi yang dibuat berdasarkan desain tidak membutuhkan aliran *stripping gas* untuk mengalir agar mencapai kadar kemurnian tertentu dalam *lean TEG*. Setelah melewati *stripping coloumn*, *lean glycol* panas masuk menuju ke *surge drum* dan dilewatkan pada *lean glycol exchanger* (PG-20-E-03) dan *rich lean glycol exchanger* (PG-20-E-04) untuk dimanfaatkan panasnya, sehingga *lean glycol* menjadi lebih dingin, *surge drum* kemudian menyimpan sebageian dari *lean glycol* yang nantinya akan dipompa menuju ke *contactor*, sebelumnya *lean glycol* dipompa dengan *circulating pump* menuju *air cooler* sehingga untuk menyesuaikan aliran dari *lean glycol* dari *air cooler* dan *lean glycol* menuju *contactor* dibuatlah aliran *recycle*.

### 3. Pelaksanaan Penelitian

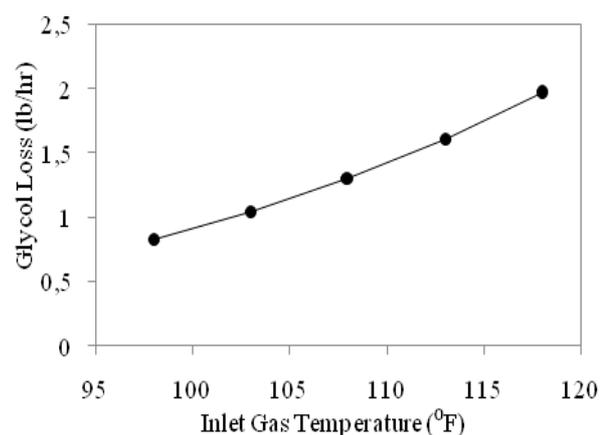
Progam yang digunakan dalam pembuatan simulasi merupakan Aspen Hysys v8.8. Simulasi dibuat berdasarkan data yang terdapat pada *HMB (Heat and Material Balance)* dalam *design* yang diperoleh dari kontraktor, dalam kondisi operasi dengan kapasitas 100%. Data dari hasil simulasi yang dibuat memiliki kesamaan dengan data desain sehingga dapat menjamin keakuratan dari uji sensitivitas yang dilakukan.

### 4. Hasil dan Pembahasan

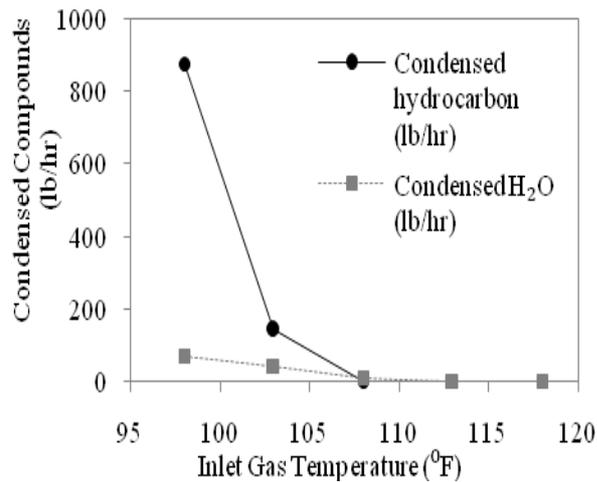
*Fenomena Pengaruh Temperatur Inlet Gas TEG Contactor terhadap Kadar Air di Dry Gas dan Glycol Loss*



(a)



(b)



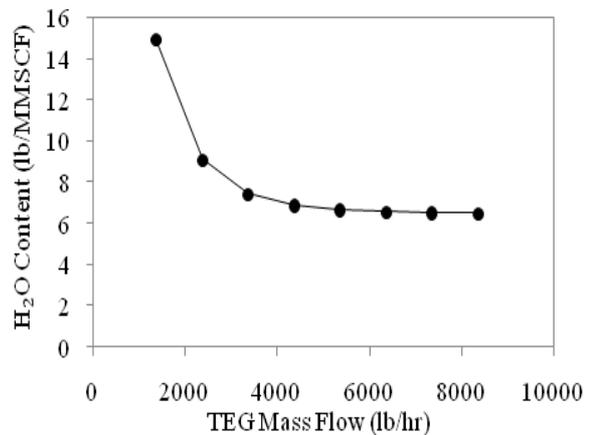
(c)

**Gambar 1.** (a) Fenomena pengaruh temperatur *inlet gas* TEG contactor terhadap kadar air di *dry gas*; (b) terhadap glycol loss akibat terbawa aliran *dry gas*; (c) terhadap banyaknya senyawa yang terkondensasi pada kontaktor

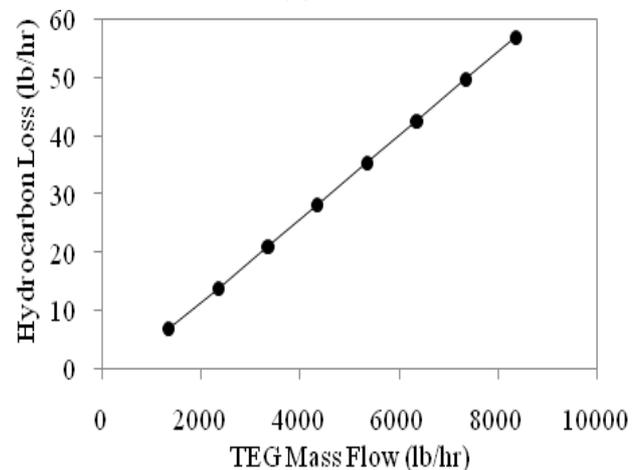
Gambar 1.(a) menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur *inlet gas* maka efektivitas TEG dalam menyerap H<sub>2</sub>O menjadi lebih rendah. Hal tersebut terjadi karena temperatur gas yang tinggi menyebabkan tekanan uap H<sub>2</sub>O menjadi lebih tinggi, akibatnya H<sub>2</sub>O menjadi lebih mudah menguap dan ikut mengalir bersama gas. Temperatur tinggi juga menyebabkan tekanan uap TEG juga semakin besar, akibatnya semakin banyak juga TEG yang hilang terbawa ke aliran *dry gas* (Abdel et al. 2003). Hal tersebut terbukti pada hasil simulasi HYSYS di **Gambar 1.(b)**. Semakin banyak TEG yang menguap menyebabkan konsentrasi TEG yang digunakan untuk menyerap H<sub>2</sub>O menurun, sehingga kemampuan penyerapannya juga menurun. Meski menyebabkan semakin sedikit air di *dry gas*, semakin rendah temperatur *inlet gas* juga menyebabkan semakin banyak hidrokarbon yang hilang karena

terkondensasi, dapat dilihat dari **Gambar 1.(c)**. Hal tersebut tentunya juga tidak diinginkan. Semakin rendah temperatur *inlet gas* menyebabkan semakin rendah juga temperatur glycol. Pada temperatur rendah (di bawah 60-70°F), glycol dapat membentuk emulsi yang stabil dengan hidrokarbon di dalam gas dan juga dapat menyebabkan *foaming*. Dan pada temperatur di bawah 50°F, glycol dapat menjadi terlalu viskos dan lebih sulit untuk dipompa. Umumnya, temperatur *inlet gas* dipertahankan di antara 80-110°F dan temperatur glycol dijaga sekitar 10°F di atas temperatur gas yang keluar (Abdel et al. 2003).

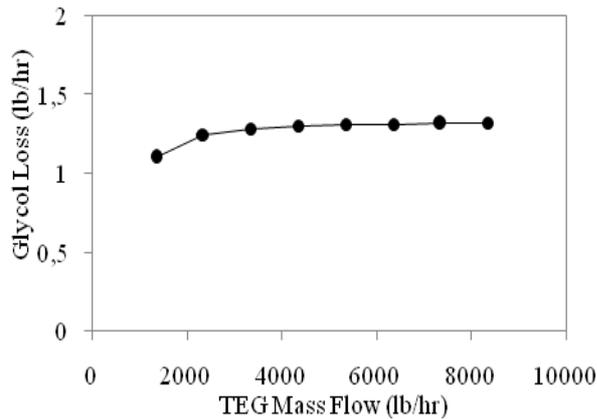
*Fenomena Pengaruh TEG Flowrate terhadap terhadap Kadar Air di Dry Gas, Glycol Loss, dan Hydrocarbon Loss*



(a)



(b)



(c)

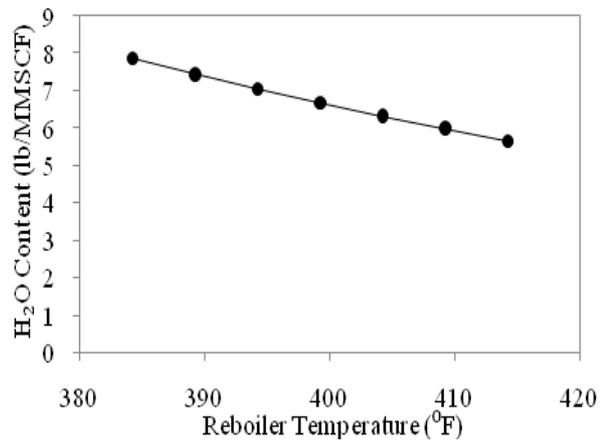
**Gambar 2. (a) Fenomena pengaruh TEG mass flowrate menuju kontaktor terhadap kadar air di dry gas; (b) terhadap hydrocarbon loss akibat terbawa aliran ke flare pada proses regenerasi TEG; (c) terhadap glycol loss akibat terbawa aliran dry gas**

Semakin besar TEG mass flowrate maka semakin banyak pula TEG yang melakukan kontak dengan gas di dalam kontaktor, hal ini menyebabkan kadar H<sub>2</sub>O yang terserap menjadi semakin banyak. Peningkatan yang signifikan terjadi pada mass flowrate 1356 sampai 5356 lb/hr, penambahan flowrate di atas 5356 lb/hr sudah tidak memberikan efek yang berarti, dapat dilihat pada Gambar 2.(c). Campbell (2004) juga menyatakan bahwa semakin besar flowrate TEG maka akan semakin banyak pula air yang terserap, namun peningkatan banyaknya air yang diserap membentuk kurva asimtot, yang berarti bahwa saat flowrate terus ditingkatkan, pada titik tertentu sudah tidak terjadi peningkatan penyerapan air yang berarti.

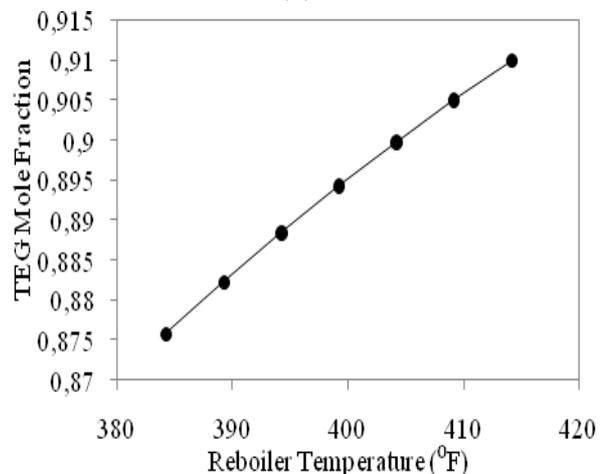
Selain menyerap H<sub>2</sub>O, TEG juga menyerap sebagian hidrokarbon, sehingga jika semakin besar flowratanya, maka semakin banyak hidrokarbon yang terserap. Hidrokarbon yang terserap terbawa ke proses regenerasi TEG dan terbuang di flare. Fenomena tersebut

ditunjukkan oleh Gambar 2.(b). Pada unit dehidrasi diusahakan hidrokarbon yang terbuang adalah sesedikit mungkin, sehingga flowrate TEG tidak boleh terlalu besar. Semakin tinggi TEG mass flowrate maka semakin banyak glycol loss karena semakin banyak kontak antara TEG dengan gas pada kontaktor, sehingga TEG yang ikut terbawa pada aliran dry gas menjadi semakin banyak. Namun pada kasus ini peningkatan glycol loss yang terjadi cukup sedikit sehingga TEG mass flowrate tidak terlalu berpengaruh pada glycol loss akibat terbawa oleh dry gas, dapat dilihat pada Gambar 2.(c).

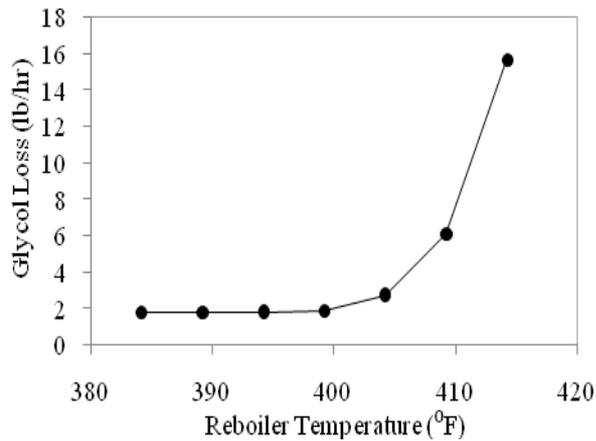
*Fenomena Pengaruh Temperatur Reboiler terhadap terhadap Kadar Air di Dry Gas dan Glycol Loss*



(a)



(b)

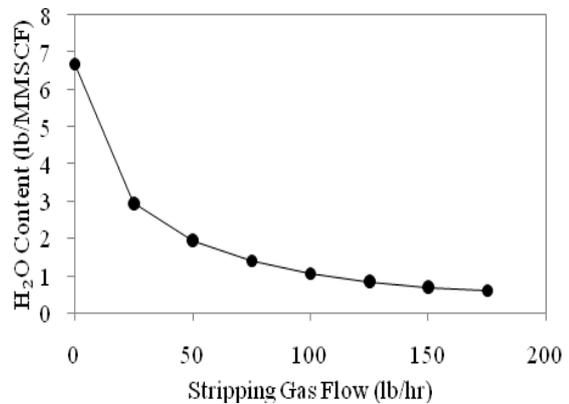


(c)

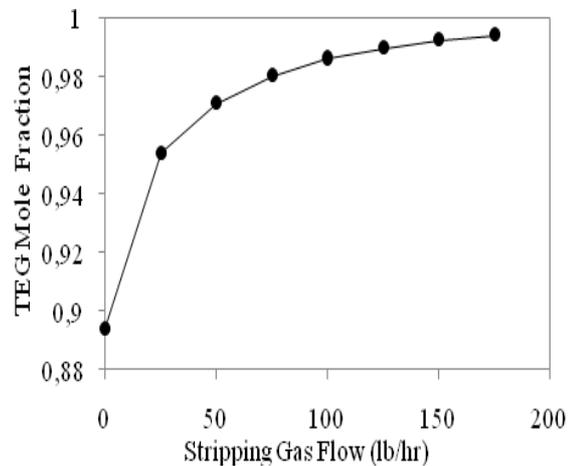
**Gambar 3. (a) Fenomena pengaruh temperatur reboiler terhadap kadar H<sub>2</sub>O di *dry gas*; (b) terhadap konsentrasi TEG di *lean glycol*; (c) terhadap *glycol loss* di keseluruhan sistem**

Gambar 3.(a) menunjukkan bahwa semakin tinggi temperature reboiler semakin rendah pula kadar air di *dry gas*. Hal ini disebabkan oleh kenaikan konsentrasi TEG yang menuju ke kontaktor. Kenaikan konsentrasi TEG tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.(b). Meski fraksi mol TEG meningkat, *glycol loss* yang terjadi juga semakin banyak. Banyaknya *glycol loss* dapat dilihat pada Gambar 3.(c). Kehilangan terbesar terjadi pada *flare* yang membuang gas dari reboiler. Peningkatan yang signifikan terjadi mulai dari suhu reboiler 404,2°F. Hal ini disebabkan karena suhu maksimum yang direkomendasikan untuk regenerasi TEG adalah sebesar 400°F (Kidnay and Parrish, 2006). Meski *glycol loss* meningkat, konsentrasi TEG menuju kontaktor juga meningkat. Hal ini disebabkan karena air yang menguap juga semakin banyak. Air yang mempunyai titik didih lebih rendah dibanding TEG tentunya akan semakin mudah menguap dengan bertambahnya temperatur reboiler. Campbell (2004) menyatakan bahwa dekomposisi TEG sudah mulai terjadi pada suhu 404°F.

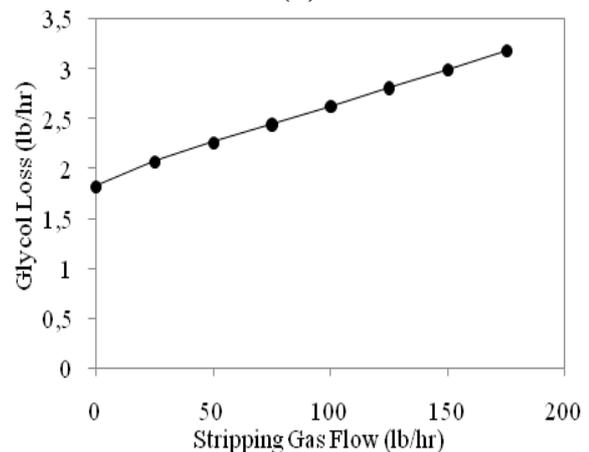
*Fenomena Pengaruh Stripping Gas Flowrate terhadap terhadap Kadar Air di Dry Gas, Glycol Loss, dan Konsentrasi TEG*



(a)



(b)



(c)

**Gambar 4. (a) Fenomena pengaruh stripping gasflowrate terhadap kadar air di *dry gas*; (b) fraksi mol TEG di aliran *lean glycol*; (c) terhadap *glycol loss* di keseluruhan sistem**

Pada Gambar 4. (a) ditunjukkan bahwa semakin besar *stripping gas mass flowrate* semakin rendah kadar H<sub>2</sub>O pada *dry gas* karena semakin tinggi kemurnian *lean glycol*. Penurunan kadar H<sub>2</sub>O terjadi secara signifikan sampai pada flowrate 50 lb/hr. Campbell (2004) menyatakan bahwa jika dibutuhkan konsentrasi *lean glycol* yang lebih tinggi dari konsentrasi maksimum yang dapat dihasilkan pada regenerasi atmosferik yang beroperasi pada suhu dekomposisi TEG, maka dapat digunakan *stripping gas*. *Fuel gas* yang berasal dari sebagian *dry gas* yang dihasilkan pada unit dehidrasi dapat digunakan sebagai *stripping gas*.

Semakin besar *stripping gas mass flowrate* semakin besar pula fraksi mol TEG di aliran *lean glycol*, dapat dilihat pada Gambar 4.(b). Peningkatan fraksi mol terjadi secara signifikan sampai pada flowrate 50 lb/hr. *Stripping gas* berfungsi untuk mengurangi tekanan parsial dari H<sub>2</sub>O di dalam reboiler, dengan begitu kemurnian TEG yang lebih tinggi dapat dicapai (Kidnay and Parrish, 2006). Meski demikian, penambahan flowrate *stripping gas* juga menyebabkan peningkatan *glycol loss*, walaupun jumlahnya tidak banyak, seperti yang terlihat di Gambar 4.(c). Pada proses regenerasi, aliran *stripping gas* tidak hanya membawa H<sub>2</sub>O pada *rich glycol*, namun sebagian kecil TEG juga ikut terbawa. Dengan meningkatnya kemurnian TEG, bertambah juga sebagian TEG yang ikut terbawa oleh *dry gas* di dalam kontaktor.

#### Perhitungan Kebutuhan Laju Alir TEG Teoritis Berdasarkan Data Aktual

Perhitungan secara laju alir TEG teoritis digunakan untuk mengetahui apakah laju alir TEG aktual pada plant Pulau Gading sudah sesuai dengan kebutuhan. Data aktual yang digunakan adalah data pada tanggal 12 Agustus 2016. Perhitungan dapat dilakukan dengan 2 metode. Metode pertama

berdasarkan pada Campbell Vol. 2 18th ed. (2004), berikut adalah langkah – langkahnya:

- 1) Menentukan fraksi mol air pada *lean glycol* ( $x_0$ ):

$$x_0 = \frac{\frac{100 - x_{g1}}{14} + \frac{x_{g1}}{150}}{14}$$

$x_{g1}$  = fraksi berat TEG dalam *lean glycol*

- 2) Menentukan koefisien aktivitas ( $\gamma$ ) menggunakan Fig. 18.7 Campbell Vol. 2 18th ed. (2004) dengan mengetahui %wt TEG dalam *lean glycol* dan suhu *wet gas*.
- 3) Menentukan efisiensi absorpsi ( $E_a$ ):

$$E_a = \frac{W_{N+1} - W_1}{W_{N+1} - W_0}$$

$W_{N+1}$  = kadar air dalam *wet gas*

$W_1$  = kadar air dalam *dry gas*

$$W_0 = W_{N+1} \cdot \gamma \cdot x_0$$

- 4) Menentukan factor absorpsi (A) menggunakan Fig. 18.6 Campbell Vol. 2 18th ed. (2004) dengan mengetahui  $E_a$  dan jumlah *stage* kontaktor (N).
- 5) Menentukan konstanta kesetimbangan untuk air dalam sistem TEG – air (K):

$$K = \frac{W \cdot \gamma}{B}$$

$$B = 761000 \text{ jika } W = \frac{\text{kg}}{10^6 \text{ stdm}^3}$$

- 6) Menentukan laju sirkulasi glikol:

$$L_0 = \text{laju sirkulasi glikol} \left( \frac{\text{kmol}}{\text{hr}} \right) = A \cdot K \cdot V_{N+1}$$

$$V_{N+1} = \text{laju alir gas} \left( \frac{\text{kmol}}{\text{hr}} \right)$$

$$\text{BM lean glycol} = 136.034 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

$$\text{Densitas lean glycol} = 1.115 \frac{\text{kg}}{\text{liter}}$$

Metode kedua berdasarkan perbandingan laju alir TEG terhadap kadar H<sub>2</sub>O yang terserap pada desain *plant*. Dari data *heat and material balance* pada desain, diketahui perbandingan laju alir TEG terhadap kadar H<sub>2</sub>O yang terserap yaitu sebesar 2,4114 US gallon TEG / lb H<sub>2</sub>O terserap. Dengan mengetahui lb H<sub>2</sub>O yang terserap, laju alir TEG teoritis dapat dihitung.

Dari kedua metode, didapat laju sirkulasi TEG yang tidak jauh berbeda, yaitu 2,765 usgpm untuk metode pertama dan 2,99116 usgpm untuk metode kedua. Sementara itu, data aktual *TEG circulation rate* tanggal 12 Agustus 2016 sebesar 3,92 usgpm. Hal tersebut membuktikan bahwa aliran TEG aktual sudah memenuhi kebutuhan. Jika dilakukan perhitungan metode kedua dengan menggunakan perbandingan laju alir TEG terhadap kadar H<sub>2</sub>O yang terserap sesuai dengan spesifikasi umum *TEG Dehydration Unit*, yaitu sebesar 3 US gallon TEG / lb H<sub>2</sub>O (Kidnay and Parrish, 2006), maka didapat *TEG circulation rate* sebesar 3,739 usgpm. Angka tersebut cukup mendekati *TEG circulation rate* aktual. Maka diduga bahwa kebutuhan TEG pada kondisi aktual dihitung berdasarkan perbandingan laju alir TEG terhadap kadar H<sub>2</sub>O yang terserap sesuai dengan spesifikasi umum *TEG Dehydration Unit*.

#### *Perhitungan Glycol Loss pada Kondisi Aktual*

*Glycol loss* pada kondisi aktual dihitung berdasarkan banyaknya *make up* TEG yang ditambahkan. Umumnya, *TEG Dehydration Unit* beroperasi dengan *glycol loss* akibat penguapan sebesar 0,012 gallon / MMSCF gas dan *glycol loss* total sebesar 0,025 gallon / MMSCF gas (Kidnay and Parrish, 2006).

*Glycol loss* dihitung dari total *make up* TEG dibagi dengan total gas yang diproses. Perhitungan *glycol loss* dilakukan berdasarkan *make up* pada tanggal 3 Mei sampai 20 Juni 2016. Total *make up* TEG dan total gas yang diproses pada tanggal tersebut adalah 1200 liter dan 654,283 MMSCF. *Glycol loss* yang terhitung sebesar 0,4845 gallon / MMSCF gas.

Hasil tersebut jauh lebih besar jika dibandingkan dengan *glycol loss* secara umum. Hasil tersebut juga jauh di atas *glycol*

*loss* total yang dihitung dari simulasi HYSYS berdasarkan data desain, yaitu sebesar 0,057819 gallon / MMSCF, meski data dari desain sendiri sudah melebihi *glycol loss* total secara umum, yaitu sebesar 0,025 gallon / MMSCF gas. Namun, data yang dihitung berdasarkan *make up* TEG ini hanya merupakan perkiraan, sehingga *glycol loss* yang sesungguhnya bisa jadi lebih sedikit.

#### *Permasalahan yang dapat Terjadi pada TEG Dehydration Unit*

Terdapat beberapa masalah yang biasanya terjadi pada *TEG Dehydration Unit*. Untuk dapat terus menjaga agar *TEG Dehydration Unit* dapat bekerja dengan baik, maka harus dipahami beberapa masalah yang biasa muncul tersebut, permasalahan-permasalahan tersebut yaitu:

##### 1) *Glycol Loss*

Umumnya unit dehidrasi didesain untuk *glycol loss* lebih kecil dari 0,1 gallon per MMSCF natural gas yang diproses. Namun jika sistem tidak beroperasi dengan baik, maka *glycol loss* dapat menjadi lebih banyak.

*Glycol contactor* dan *glycol regenerator* merupakan tempat yang paling banyak terjadi *glycol loss* di mana 90% kehilangan terjadi di tempat tersebut. Laju alir gas yang tinggi dapat menyebabkan glikol terbawa ke aliran pipa keluaran kontaktor, dan *mist eliminator* yang tidak bekerja secara optimal dapat menyebabkan kehilangan menjadi lebih banyak meski pada laju alir gas yang normal.

Kehilangan glikol yang terjadi di regenerator biasanya disebabkan oleh temperatur reboiler yang terlalu tinggi yang menyebabkan penguapan atau dekomposisi termal TEG. Selain itu, temperatur yang terlalu tinggi pada bagian atas *still column* atau pada bagian *reflux*

*condenser* juga dapat menyebabkan glikol yang menguap menjadi lebih banyak.

## 2) *Foaming*

*Foaming* dapat menyebabkan *glycol loss* dan mengurangi kapasitas plant. Glikol dapat terbawa oleh aliran *dry gas*. Selain itu, *foaming* dapat menyebabkan kontak antara glikol dan gas menjadi berkurang, sehingga efisiensi pengeringan menjadi berkurang. Cara yang paling tepat untuk mengatasi *foaming* yaitu dengan perawatan yang baik terhadap larutan glikol, parameter yang berpengaruh yaitu pembersihan gas sebelum melalui kontaktor dan filtrasi larutan glikol.

Agen *de-foaming* seperti Monoethanolamine (MEA) banyak digunakan untuk mengatasi *foaming*. Namun, solusi tersebut hanya bersifat sementara sampai penyebab utamanya diketahui dan diatasi. Beberapa faktor yang menyebabkan *foaming* yaitu konsentrasi TEG yang rendah dalam *lean glycol*, perbedaan suhu yang besar antara *wet gas* dengan *lean glycol* di dalam kontaktor, pH glikol yang terlalu tinggi (umumnya jika  $\text{pH} > 9$  dapat terjadi *foaming*), hidrokarbon cair atau kondensat, padatan tersuspensi, kontaminasi garam, dan adanya inhibitor korosi.

## 3) Dekomposisi termal glikol

Umumnya *TEG reboiler* beroperasi pada suhu  $400^{\circ}\text{F}$ , di atas suhu tersebut glikol mulai menguap atau terdekomposisi dan dapat membentuk senyawa korosif. Suhu yang terlalu tinggi juga dapat disebabkan oleh *localised overheating*, yang disebabkan oleh deposit garam atau senyawa tar pada *fire tube* atau *fire impingement* (letupan api) pada *fire tube*.

## 4) Kontrol pH glikol

Korosi yang terjadi pada alat dapat meningkat signifikan dengan penurunan

pH glikol. Pembentukan dari asam organik, sebagai hasil oksidasi glikol, produk dari dekomposisi termal, atau gas asam dari aliran gas alam adalah senyawa korosif yang paling merugikan. Maka dari itu, pH glikol harus dicek secara berkala agar pH tetap netral, jika terlalu asam maka dapat diatasi dengan boraks, ethanol-amine, atau senyawa basa lain yang sesuai. Larutan glikol yang terlalu basa,  $\text{pH} > 9$ , akan cenderung mengalami *foaming* dan membentuk emulsi dengan gas alam yang diproses.

## 5) Kontaminasi garam

Deposit garam mempercepat korosi alat, menurunkan transfer panas pada reboiler, dan mengganggu pembacaan *specific gravity* jika hidrometer digunakan untuk menentukan konsentrasi glikol. Garam harus dihilangkan dengan menggunakan filter atau *scrubber* yang efektif.

## 6) Oksidasi glikol

Oksigen dapat masuk ke sistem glikol melalui *vapour space* dari tangki penyimpanan, melalui celah pada pompa - *make up* glikol, atau melalui tempat lain. Keberadaan oksigen tersebut dapat mengoksidasi glikol dan membentuk asam organik. Masuknya oksigen ke dalam sistem harus dicegah, hal ini dapat dilakukan dengan menjaga agar peralatan yang ada tertutup atau terisolasi dengan baik. Inhibitor oksidasi, seperti hidazin, dapat digunakan untuk mencegah asam organik.

## 7) Pembentukan *sludge*

Akumulasi partikel padat dan senyawa hidrokarbon tar dapat terbentuk dalam larutan glikol. *Sludge* tersebut tersuspensi dalam sirkulasi glikol dan lama kelamaan dapat menjadi cukup besar untuk mengendap. Hal tersebut berdampak pada terbentuknya lapisan atau deposit yang lengket dan abrasif terhadap alat. Hal

tersebut biasanya terjadi jika pH glikol terlalu rendah dan dapat menjadi sangat keras jika terdeposit pada tray atau packing di absorber, di *still column*, atau tempat-tempat lain. Filtrasi yang baik dan efektif dapat mencegah terbentuknya *sludge* pada sistem sirkulasi glikol.

## 5. Kesimpulan

Berikut adalah beberapa kesimpulan yang didapat dari pembahasan:

- 1) Dari simulasi diketahui temperatur yang tepat agar kadar air dan *glycol loss* sedikit namun *hydrocarbon loss* juga tetap rendah yaitu 108°F.
- 2) Dengan flowrate *lean glycol* 5356 lb/hr sudah bisa didapat kadar air yang cukup rendah dengan *hydrocarbon loss* dan *glycol loss* yang sedikit.
- 3) Dengan temperatur reboiler 399,2°F bisa didapat kadar air di *dry gas* yang rendah dan *glycol loss* yang cukup sedikit.
- 4) Dengan flowrate *stripping gas* 50 lb/hr bisa didapat penurunan kadar air yang signifikan dengan *glycol loss* yang cukup sedikit.
- 5) *TEG circulation rate* teoritis yang dihitung berdasarkan metode dari Campbell Vol. 2 18th ed. (2004) dan berdasarkan perbandingan laju alir TEG terhadap kadar H<sub>2</sub>O yang terserap pada desain yaitu sebesar 2,765 USGPM dan 2,99116 USGPM.
- 6) *Glycol loss* pada kondisi aktual yang dihitung berdasarkan banyaknya *make up*

TEG yang ditambahkan yaitu sebesar 0,4845 US gallon / MMSCF gas.

- 7) Permasalahan yang dapat terjadi pada unit dehidrasi TEG yaitu *glycol loss*, *foaming*, dekomposisi termal glikol, kontrol pH glikol, kontaminasi garam, oksidasi glikol, dan pembentukan *sludge*.

## 6. Daftar Pustaka

- Abdel-Aal, H. K., Aggour M., and Fahim, M. A., 2003. Petroleum and Gas Field Processing. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Campbell, J. M., 2004. Campbell Petroleum Series 2: Gas Conditioning and Processing; the Equipment Modules 8th Edition. London: John M. Campbell & Co.
- Gas Processors Suppliers Association, 2004. Engineering Data Book 12th Edition. Oklahoma: Gas Processors Suppliers Association
- Installation, Operation, & Maintenance Manual: TEG Dehydration Package – Jambi Merang Debelopment Gas Production Facilities
- Kidnay, A. J. and Parrish, W. R., 2006. Fundamentals of Natural Gas Processing. Boca Raton: Taylor & Francis Group
- Norrie, 2007. Compression Jobs Article: Natural Gas Dehydration. pp. 10-14.
- Statoil, 1984. Process Design Handbook. Stavanger: Statoil ASA