



## Spesifikasi dan Kualifikasi Gas di Central Processing Plant FTK PT.Pertamina EP Asset 4 Untuk Memenuhi Kebutuhan PLTU Tambak Lorok

Anas Puji Santoso\*, Furqon Tri Kurniawan

Program Studi Teknik Perminyakan, FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta  
Jl. Padjajaran 104 (Lingkar Utara), Condongcatur Yogyakarta 55283, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

\*E-mail: [anaspujisantoso@gmail.com](mailto:anaspujisantoso@gmail.com)

### Abstract

The gas produced from wells in the Milan block has not met the gas specification and qualification standards that has been approved with the Tambak Lorok PLTU as consumers. Therefore, gas enters the FTK Central Processing Plant (CPP) to be purified to conform to the gas sales contract. After releasing between gas and liquid in Gas Separation Unit (GSU), the gas entering the Gas Acid Removal Unit (AGRU) to remove impurities and make the gas product into a sweet gas using a solution of Methyl Diethanolamine (MDEA). Then, the gas product enters the Dehydration Unit (DHU) to reduce the water content that is still contained in the gas product. In this process use the Triethylene Glycol (TEG) solution. After that the gas lead to the metering system, and the sample is also taken to calculate the Gross Heating Value (GHV) of the product gas. Related to the results, it can be stated that the FTK CPP gas product is still in accordance with the gas sales contract.

**Keywords:** Gas Sweetening, MDEA, TEG, GHV.

### Pendahuluan

Central Processing Plant (CPP) FTK merupakan Proyek Pengembangan Gas Jawa (PPGJ), dibangun PT. Pertamina EP Asset 4, dengan *supply* Gas alam dari blok Milan. Gas alam merupakan senyawa hidrokarbon ( $C_nH_{2n+2}$ ) yang terdiri dari campuran beberapa macam gas hidrokarbon yang mudah terbakar dan non hidrokarbon (impuritas) seperti  $CO_2$  dan  $H_2S$ . Sedangkan spesifikasi gas jual sudah ada di kontrak kerjasama spesifikasi gas sales kontrak yang isinya yaitu batasan-batasan spesifikasi *sales gas*. Karena itu gass alam kemudian dikirim ke CPP FTK untuk dipisahkan dari fase *liquid*-nya, serta dihilangkan beberapa unsur impuritasnya sehingga diperoleh *sales gas*, yaitu gas yang siap untuk dijual.

Konsentrasi  $H_2S$  yang masuk ke dalam AGRU adalah 0,6% mol, dan  $CO_2$  sebesar 22,147% mol. Setelah keluar dari AGRU, konsentrasi  $H_2S$  menjadi maksimum 6 ppm, sesuai dengan spesifikasi gas alam. Gas alam dikatakan *sweet* atau mengandung  $H_2S$  kurang dari 6 ppm adalah sangat baik untuk untuk peralatan industri gas alam. Dan untuk  $CO_2$  maksimal 7% mol, karena  $CO_2$  tidak memiliki nilai bakar.

Untuk kadar  $H_2O$  awalnya tidak ada ketika dipisahkan dari GSU, namun konsentrasi  $H_2O$  naik karena pada AGRU menggunakan campuran *aquoeus*-MDEA, yang menyebabkan ada  $H_2O$  yang ikut masuk ke DHU sebesar 0,11%mol. Setelah keluar dari DHU konsentrasi maksimal  $H_2O$  adalah 10 lb/MMSCF. Setelah dari Unit DHU maka masuk ke *Metering System* dan juga diambil sample untuk menghitung GHV, karena nilai GHV harus dalam *range* 900-1200 BTU/SCF.

Tujuan dari penelitian ini untuk melihat, mempelajari, dan menganalisa metode maupun persamaan dalam menentukan spesifikasi *sales gas* yang telah diproses pada *gas plant*, sehingga dapat diketahui spesifikasi gas produk sudah dapat memenuhi spesifikasi *sales contract*.

### Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan kajian teoritis kemudian pengumpulan data, dari data tersebut dianalisa dengan metode dan persamaan yang sesuai dengan data yang diperoleh untuk menentukan spesifikasi *sales gas*. Setelah diketahui spesifikasi gas lalu dibandingkan dengan spesifikasi *gas sales contract* apakah sudah memenuhi, jika belum memenuhi maka akan dilakukan analisa *Processing* dan *Sweetening gas*.



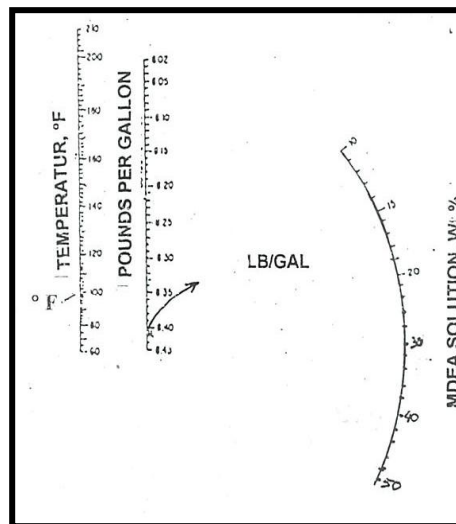
Penentuan spesifikasi gas di CPP FTK menggunakan analisa perhitungan pada setiap alat yang berpengaruh terhadap *system* tersebut. Oleh karena itu, penentuan spesifikasi gas di bab ini terdapat perhitungan pada AGRU, menggunakan metode dengan pembacaan grafik nomatograph untuk menentukan laju MDEA yang digunakan untuk mengabsorpsi CO<sub>2</sub>, dari data lab diketahui %CO<sub>2</sub> content yang terbawa oleh *rich* MDEA maupun *lean* MDEA, maka dapat dianalisa data-data tersebut untuk menentukan CO<sub>2</sub> content. Perhitungan kedua yaitu perhitungan pada DHU untuk menentukan *water content* dari gas yang diproses, pada DHU ini larutan yang digunakan adalah TEG. Pada bagian terakhir yaitu Perhitungan *Gross Heating Value (GHV)* unuk mengetahui nilai bakar dari gas produk. Dengan bantuan alat *gas chromatograph* untuk menentukan mol setiap komponen penyusun gas, maka kemudian dapat dicari GHV dari gas yang akan didistribusikan.

#### A. AGRU

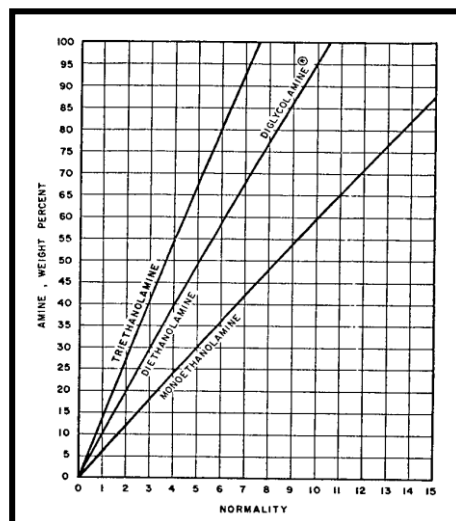
Pada AGRU disini akan dilakukan perhitungan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang masih terbawa pada *sweet* gas dengan menggunakan konsep kesetimbangan massa.

$$CO_2 \text{ Content} = \frac{\text{Mass Flow } CO_2 \text{ Produk}}{\text{Mass Flow Gas Produk}} \quad (1)$$

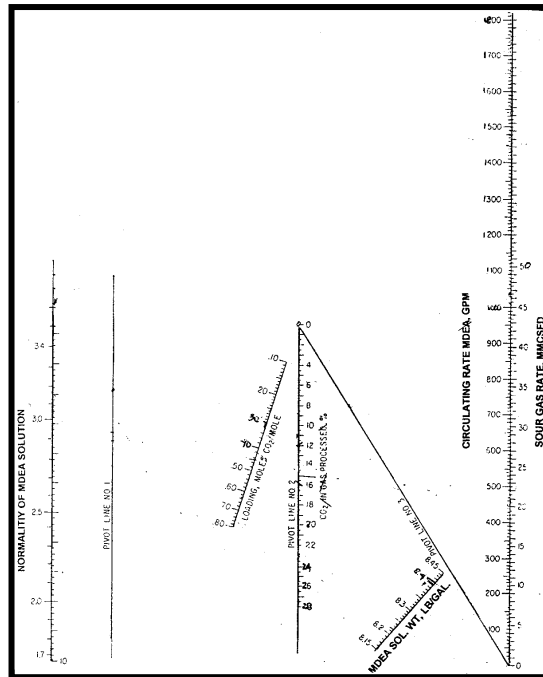
Penentuan CO<sub>2</sub> ini dengan menggunakan metode dari RN Maddox secara matematis dan dibantu dengan menggunakan grafik-grafik yang telah dikembangkan oleh RN Maddox. Pertama ialah menentukan *CO<sub>2</sub> loading total* yang dengan menggunakan grafik.



Gambar 1. Konversi % berat MDEA ke dalam lb/gallon



Gambar 2. Normalitas Larutan Amine



Gambar 3. Nomograph estimation circulation rate MDEA (dalam GPM)

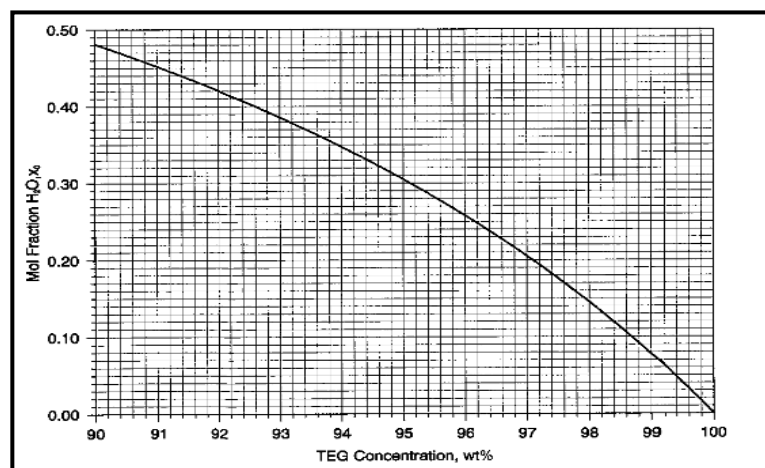
Setelah diketahui CO<sub>2</sub> loading total, dilanjutkan dengan menghitung CO<sub>2</sub> yang terikat pada MDEA dan yang kemudian dibuang melalui *Vent*. Dengan menggunakan persamaan *real* dan *ideal* gas.

$$V = \frac{ZnRT}{P} \quad (2)$$

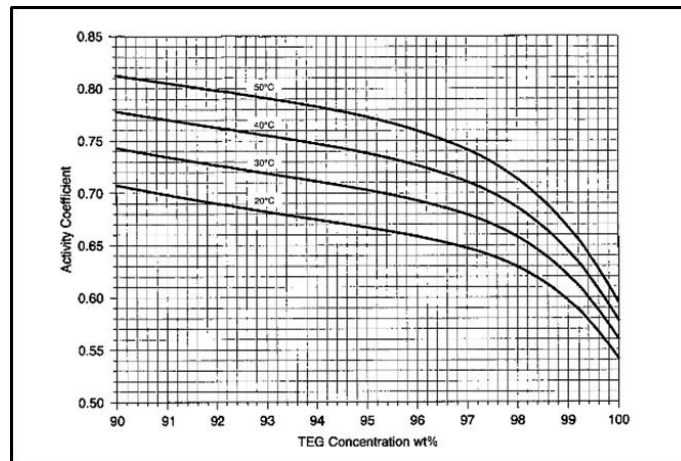
$$CO_2 \text{ Vent (MMSCFD)} = \frac{Pr \times Vr \times Ts \times Rs}{Tr \times Zr \times Ps \times Rr} \quad (3)$$

#### B. DHU

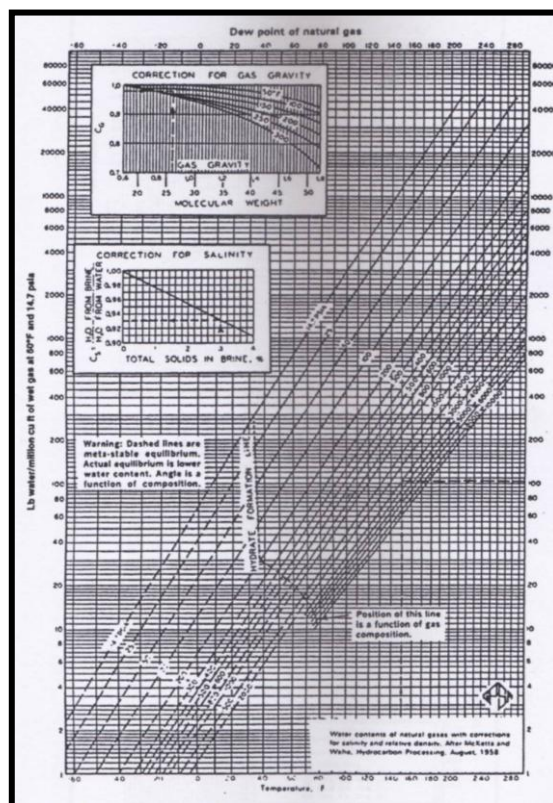
Pada DHU ini akan dilakukan pengeringan atau penurunan konsentrasi H<sub>2</sub>O yang naik karena pada proses *sweetening* di AGRU menggunakan air. Untuk menentukan *water content* pada DHU menggunakan metode pendekatan yang dikembangkan oleh Kremser-Brown. Dengan memodifikasi prosedur dan data-data yang telah diketahui, maka dapat ditentukan konsentrasi H<sub>2</sub>O yang ada pada gas setelah keluar dari DHU.



Gambar 4. Konsentrasi TEG vs Mole Fraction (X<sub>0</sub>)



Gambar 5. Konsentrasi TEG vs Koefisien Aktivitas



Gambar 6. Korelasi kandungan air untuk Sweet Gas

Nilai kandungan air ini harus dikoreksi dengan mengkalikan nilai kandungan air tersebut dengan faktor koreksi *specific gravity* gas yang didapatkan menggunakan grafik koreksi *gas gravity*.

$$W^0 = (W \times CG) \tag{4}$$

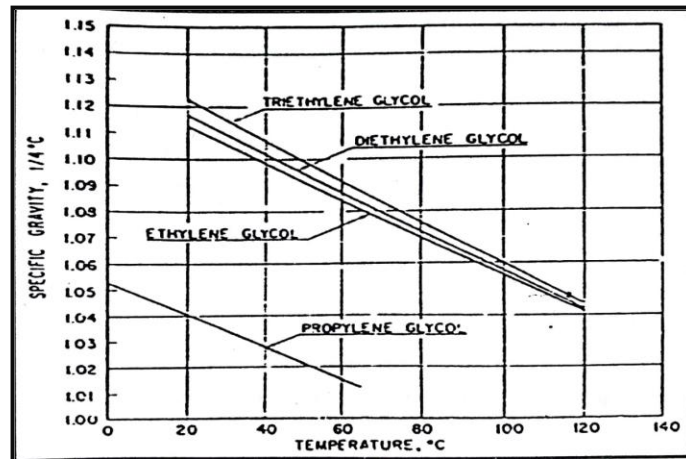
Kemudian menentukan konsentrasi H<sub>2</sub>O pada kondisi setimbang (W<sub>0</sub>).

$$W_o = (A_c) \times (W^0) \times (X_o) \tag{5}$$

Kemudian mencari mol dari TEG dengan bantuan grafik.

$$MW = (\% \text{ Air} \times \text{BM Air}) + (\% \text{ Glycol} \times \text{BM Glycol}) \tag{6}$$

$$\text{Laju TEG} \left( \frac{\text{lbmol}}{\text{hour}} \right) = \text{Laju TEG} \left( \frac{\text{lbTEG}}{\text{hour}} \right) : MW \quad (7)$$



Gambar 7. Temperatur vs Densitas Glycol

Menentukan Konstanta kesetimbangan air-gas dengan air dalam TEG (K)

$$K = \frac{W^0 \times Ac}{47400} \quad (8)$$

Menghitung lagu gas dengan lbmol/hr ( $V_{N+1}$ )

$$\text{Laju Gas} \frac{\text{lbmol}}{\text{hour}} = n \times \text{Laju gas (MMSCFD)} \quad (9)$$

Menentukan factor absorpsi (A)

$$A = \frac{L_o}{KV_{N+1}} \quad (10)$$

Menentukan water content pada outlet dari DHU

$$W_1 = W_{N+1} - Ea \times (W_{N+1} - W_0) \quad (11)$$

### C. Perhitungan Gross Heating Value (GHV)

Sebelum dikirim gas produk akan diambil sampel untuk dicek komponen penyusun gas tersebut menggunakan gas chromatograph (GC). Pengecekan komponen gas tersebut berguna untuk mengetahui nilai Gross Heating Value gas produk. Dalam menghitung GHV menggunakan metode yang dikembangkan oleh GPA.

Menghitung nilai Zi untuk tiap komponen

$$Z_i = \frac{\% \text{volume gas} \times V_{bi}}{100} \quad (12)$$

Menghitung nilai Sgi untuk tiap komponen

$$SG_i = \frac{\% \text{Volume Gas} \times SG_{\text{kompresor}}}{100} \quad (13)$$

Menghitung nilai  $GHV_i$  tiap komponen

$$GHV_i = \%Volume\ Gas \times \frac{GHV\ kompressor}{100} \quad (14)$$

## Hasil dan Pembahasan

Analisa dari hasil dan perhitungan yang dilakukan pada CPP FTK didapat bahwa *sales gas* telah memenuhi *gas sales contract* yang diminta oleh PLTU Tambak Lorok. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** *Contract, Gas Income, dan Sales Gas*

| SPECIFICATION           | Satuan    | Contract | Gas Income CPP | Sales Gas |
|-------------------------|-----------|----------|----------------|-----------|
| Karbon dioksida         | % Mol     | <7       | 22             | 0,7036    |
| Hidrogen Sulfida        | Ppm       | <6       | 0,66%          | 0         |
| Kandungan Air           | Lbs/MMSCF | <10      | -              | 4,978     |
| Specific Gravity        | -         | 0,6-0,8  | 0,81           | 0,61      |
| Temperatur              | ° F       | <125     | 96             | 119,5     |
| Nilai Kalor Kotor (GHV) | BTU/SCF   | 900-1200 | 847,0596       | 1083,774  |
| Tekanan                 | Psig      | >300     | 450            | 362       |

Dari hasil *processing and sweetening* di CPP FTK, sudah dilakukan dengan optimum karena telah didapat *sales gas* yang sesuai dengan kontrak.

Dalam unit AGRU dan DHU dilakukan proses menggunakan kolom absorpsi dengan isian *packing*. Proses reaksi yang terjadi adalah *counter-current flow*, dimana fluida gas akan dialirkan melalui bawah dari kolom dan larutan pengikat akan dialirkan dari atas kolom absorpsi. *Packing* yang digunakan adalah *structured packing* dengan isian *Ballas ring* pada DHU dan *random packing* dengan isian *Raschig Siper rig* pada AGRU. Kemudian kedua fluida ini akan bertemu pada *packing* tadi dan akan bereaksi.

Pada unit AGRU dilakukan proses gas *sweetening* menggunakan larutan MDEA yang memiliki %wt sebesar 44,29%. *Gas Sweetening* adalah proses menghilangkan gas pengotor (impuritas) yang berbahaya dan tidak diperlukan pada *sales gas* ( $H_2S$ ,  $CO_2$ , dll). MDEA dipilih karena banyak keunggulannya. Nilai 44,29% didapat dari proses pengujian awal ketika mendesain CPP FTK. Nilai itu sudah optimum karena dari percobaan-percobaan yang pernah dilakukan dan literatur ditemukan bahwa nilai optimum operasi dari MDEA adalah sebesar 40-50 %wt. Apabila diluar *range* tersebut maka MDEA tidak akan optimal dalam mengangkut  $CO_2$  dan  $H_2S$  secara bersamaan. Selain itu apabila melebihi dari 50%wt maka sangat sulit untuk meregenerasi dari MDEA. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan konsentrasi  $CO_2$  karena MDEA sangat selektif dalam mengikat  $H_2S$ . Didapat konsentrasi akhir  $CO_2$  sebesar 0,7 % dan  $H_2S$  sebesar 0%, sehingga *sales gas* memenuhi kriteria penjualan.

Pada unit DHU dilakukan proses dehidrasi gas menggunakan *dessicant* TEG dengan nilai 99%wt sebagai pengikat komponen  $H_2O$ . Dehidrasi adalah proses penghilangan *moisture* atau kandungan air dari *natural gas*. TEG dipilih karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah mampu diregenerasi mencapai kemurnian yang tinggi (98-99,5) dan memiliki viskositas yang rendah. Ketika dihitung didapat bahwa konsentrasi  $H_2O$  sebesar 4,978 lb/MMSCF, maka dari analisa didapat bahwa konsentrasi TEG yang digunakan sudah optimum karena masih dalam batas *range* dan mampu mengeringkan gas hingga konsentrasi  $H_2O$  dibawah 7 lb/MMSCF.

Setelah pengambilan sampel *sales gas*, sampel tersebut kemudian dianalisa menggunakan GC untuk mengetahui komponen penyusunnya. Setelah itu dihitung nilai GHV dari *sales gas* adalah 1083,774 BTU/SCF dimana masih dalam *range* yang disetujui.

## Kesimpulan

Dari hasil perhitungan serta analisa dari data yang telah didapat, maka dapat disimpulkan bahwa pada CPP FTK spesifikasi *sales gas* sudah memenuhi kualifikasi kontrak antara PT. Pertamina EP Asset 4 dengan PLTU Tambak Lorok. Sehingga parameter-parameter pada unit-unit yang digunakan masih sesuai untuk terus beroperasi. Dengan konsentrasi  $H_2S$  0 ppm, konsentrasi  $CO_2$  0,7%, konsentrasi  $H_2O$  4,978 lb/MMSCF, dan dengan nilai bakar GHV



sebesar 1083,775 BTU/SCF masih sangat memenuhidengan kontrak, dan dapat dikatakan bahwa unit-unit sudah beroperasi optimal.

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai validasi dalam pengembangan serta untuk optimasi dan evaluasi apabila *sales gas* tidak sesuai dengan kontrak lagi. Yang pada akhirnya dapat dikembangkan menjadi studi yang lebih lanjut.

#### Daftar Notasi

$P$  = tekanan [atm]

$T$  = suhu [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$V$  = volume [MMSCF]

$W^0$  = Kandungan Air [lb/MMSCF]

$GHV$  = Gross Heating Value [BTU/SCF]

#### Daftar Pustaka

- Azbulke Achara, Michael Osuagwu. Improving gas dehydration using pre-inhibited glycol. The Shell Nigeria Exploration and Production Company. Ltd. SPE. 189114-MS. 2017.
- Campbell J.M. Gas Conditioning and Processing, Vol2, 8<sup>th</sup> Edition. Oklahoma: Campbell Petroleum Series. 1998.
- Fikar Cita, Tutuka Ariadji. Studi sensitivitas konsentrasi larutan methyldiethanolamine untuk proses penghilangan gas pengotor hidrogen sulfida dan pengolahan limbah sulfur pada lapangan gas X. Institiut Teknologi Bandung. 2013.
- Gironi F., Maschietti M., Piemonte V. TEG regeneration in natural gas dehydration plants: a study in the cold finger process. Universita degli Studi di Roma. Italy. 2007.
- Maddox R.N. Gas and Liquid Sweetening. Campbell Petroleum Series. 1977.
- Faisol Haq, Bambang L., Widjiantoro, Dhany Arifianto. Optimasi Penyerapan  $\text{H}_2\text{S}$  terhadap perubahan suhu ambient dalam amine contactor dengan metode pemrograman non linear pada industri pengolahan gas alam di gresik. Institut Teknologi Sepuluh November. 2012.
- Ibeh S. U., Chibueze S. E., Abonyi C. L. An investigation of dehydration inefficiencies and associated design challenges in a gas dehydration unit-A case study of X gas plant. SPE 2016. 18413-MS. 2016.
- Trian Drehe, Courtney Hocking, Michale Cavill, Adam Geard. Increasing sales gas output from glycol dehydration plants. Process Group Pty, Ltd. SPE 2014. 171415-MS. 2014.





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Danang Tri Hartanto (Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada)**  
**Notulen : Perwitasari (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Ina Zafira Dewi (TK, UPNVY)  
Pertanyaan : 1. Berapakah konsentrasi MDEA yang digunakan untuk pemurnian gas dan apa alasannya?  
2. Mengapa digunakan MDEA dalam pemurnian gas tersebut?  
Jawaban : 1. Konsentrasi MDEA yang digunakan adalah sebesar 44,29%. Penggunaan konsentrasi tersebut berdasarkan pada hasil penelitian sebelumnya mengenai sensitifitas MDEA dimana semakin tinggi konsentrasi MDEA maka semakin banyak CO<sub>2</sub> yang terikat dan semakin sedikit H<sub>2</sub>S yang terikat. Konsentrasi MDEA optimum yaitu antara 40% -50%. Konsentrasi 44, 29% di dapat dari hasil simulasi program dengan mengacu pada *range* konsentrasi optimum MDEA.  
2. Alasan penggunaan MDEA dalam pemurnian gas adalah MDEA bersifat sangat reaktif terhadap gas H<sub>2</sub>S dan sangat tinggi dalam mengikat CO<sub>2</sub>.
2. Penanya : Achmad Chumaidi (Politeknik Negeri Malang)  
Pertanyaan : Bagaimana cara pengambilan sampel gas pada reaktor absorber yang digunakan dalam penelitian ini?  
Jawaban : Pengambilan sampel dilakukan secara kontinyu pada tahap akhir yaitu di sistem *metering*. Tidak dilakukan pengambilan sampel pada sistem sebelumnya. Hal tersebut dilakukan agar sesuai dengan kondisi di lapangan (tidak merubah sistem sudah ada di pabrik).
3. Penanya : Danang Tri Hartanto (TK, UGM)  
Pertanyaan : 1. Apakah ada alat selain absorber yang digunakan dalam proses *sweetening gas*?  
2. Mengapa MDEA hanya difokuskan untuk penyerapan CO<sub>2</sub> pada proses pemurnian gas umpan?  
Jawaban : 1. Proses *sweetening gas* hanya menggunakan 1 kolom absorber dengan *full packing* tanpa penambahan alat lain.  
2. Kadar H<sub>2</sub>S pada gas umpan sekitar 0,66% dimana pada kondisi nyata di pabrik, kadar H<sub>2</sub>S dianggap 0% dengan pertimbangan bahwa untuk setiap mol MDEA akan menyerap sekitar 0,5 mol H<sub>2</sub>S. Oleh karena itu pada kebanyakan proses di pabrik akan mengabaikan keberadaan H<sub>2</sub>S dalam gas umpan.

