

# STUDI KASUS PENGARUH WAKTU DAN LAJU ALIR PADA PROSES REGENERASI MOLSIEVE MELALUI PEMANASAN PADA KILANG EKSTRAKSI NGL DI PT.PERTA-SAMTAN GAS

## *STUDY CASE EFFECT OF TIME AND FLOW RATE IN MOLSIEVE HEATING REGENERATION PROCESS AT NGL EXTRACTION PLANT PT.PERTA-SAMTAN GAS*

Haidi\*<sup>1</sup>, Fadarina<sup>2</sup>, Abu Hasan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Perta-Samtan Gas / <sup>2</sup>Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139, +62711353414 / +62711355918

e-mail :<sup>1</sup>ujanghaidi@gmail.com

### ABSTRACT

*Molsieve adsorption plant which adsorp moisture content in feed gas until H<sub>2</sub>O below 0.1 ppmv at outlet vessel. After adsorption process, molsieve will saturated and need to regenerate for return molsieve capacity. Regeneration process are very important for adsorption capacity. Problem at extraction plant prabumulih is molsieve capacity will decrease after 3 month. Based of things that affect molsieve capacity, need to evaluate optimal regeneration as a maximum equipment limit. Measurement parameter in this research is quantity of H<sub>2</sub>O not boiled or remain in molsieve, with heating time variable 3.5 hour , 4.0 hour, 4.5 hour, and 5.0 hour. Combined with flow rate variable 14.0 MMscfd, 14.5 MMscfd, 15.0 MMscfd, 15.5 MMscfd. Result in combination flow rate 15.5 MMscfd with heating time 5.0 hour have a mass H<sub>2</sub>O to boil up is 1.39387 ton and mass H<sub>2</sub>O remain in molsiev is 0.08019 ton. The writter found in flow rate 15.0 with heating time 5.0 hour is optimal combination based on equipment limitation. Writter suggest for replace equipment for raise up flow rate to maximal regeneration.*

*Key words: Heating, Molsieve, Extracion, NGL, Regeneration*

## 1. PENDAHULUAN

Masalah utama pada gas proses di industri adalah kontaminasi atau pengotor yang terikut dari sumur gas maupun sumur minyak sehingga pengotor tersebut harus di kurangi terlebih dahulu sebelum dilakukan proses lebih lanjut, pengotor yang terdapat dalam gas alam dan harus dikurangi biasanya adalah kandungan H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, Hg dan beberapa pengotor lainnya. Zat-zat pengotor (*impurities*) yang terkandung di dalam gas alam harus dikurangi hingga kandungan pengotornya sekecil mungkin pada batas-batas yang diizinkan.

Pada kesempatan ini dipandang perlu mempelajari tentang masalah-masalah pada penyisihan kandungan air dan mencari solusi terbaik dari permasalahan tersebut. Proses mengurangi kadar air pada gas ini dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu diantaranya menggunakan peralatan sederhana seperti separator maupun menggunakan senyawa kimia seperti glikol dan metanol maupun adsorpsi menggunakan molsieve.

Unit dehidrasi pada kilang ekstraksi di PT.Perta-samtan gas sendiri menggunakan teknik adsorpsi. Pengurangan kadar air pada gas umpan menggunakan material molsieve dari UOP. Kinerja molsieve ini sangat menentukan keberlangsungan operasional kilang, sehingga sangat berpengaruh terhadap produksi LPG nantinya. Salah satu permasalahan utama di kilang

ekstraksi PT.Perta-samtan gas adalah kinerja molsieve yang menurun seiring usia.

Penurunan kinerja molsieve pada unit Dehidrasi di PT.Perta-Samtan Gas, terjadi setelah lebih dari 3 bulan pemakaian. Molsieve yang baru mampu menyerap kandungan air pada gas umpan selama 6 jam, dengan rate 200 MMscfd. Setelah 6 jam mengadsorpsi air pada gas umpan, molsieve akan jenuh oleh kandungan air sehingga perlu dilakukan proses regenerasi untuk menguapkan air yang terperangkap didalam molsieve. Seiring dengan pemakaian baik adsorpsi dan regenerasi, setelah melewati 3 bulan, kinerja molsieve ini menurun, hingga kemampuannya adsorpsinya tidak lagi sampai 6 jam (Psgas, 2020<sup>a</sup>).

Ada beberapa faktor penyebab penurunan kinerja molsieve ini, yakni :

1. Kenaikan kandungan air pada gas umpan.  
Kandungan air pada gas umpan yang lebih tinggi dari sebelumnya, menyebabkan beban molsieve bertambah sehingga kinerja molsieve menurun hingga waktu adsorpsi hanya dibawah 6 jam.
2. Proses regenerasi molsieve yang tidak lengkap.  
Proses regenerasi molsieve yang kurang lengkap menyebabkan air yang terperangkap didalam molsieve tidak teruapkan seluruhnya dan masih tertahan didalam molsieve, sehingga molsieve yang sudah selesai di regenerasi daya tampung atau daya serapnya sedikit dan kinerja molsieve menurun.

Berdasarkan analisa dari pihak laboratorium, kandungan air pada gas umpan adalah stabil berkisar di 65-70 MMscfd. Dari data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa berkurangnya kinerja molsieve, hingga waktu adsorp tidak lagi sampai 6 jam adalah bukan dikarenakan kandungan air pada gas umpan.

Dari pembahasan terhadap faktor penyebab tadi, dan hal yang paling mungkin menjadi penyebab adalah belum lengkapnya proses regenerasi, sehingga dipandang perlu untuk melakukan evaluasi terhadap proses regenerasi molsieve sebagai upaya mengembalikan kemampuan adsorpsinya dan diharapkan masa pakai yang lebih lama dari sebelumnya.

Hal-hal yang mempengaruhi proses regenerasi yakni :

1 Sumber gas regenerasi

Komposisi sumber gas regenerasi yang dipakai sudah bersih sehingga tidak perlu dilakukan perubahan sumber gas.

2 Suhu gas regenerasi

Suhu gas regenerasi yang dipakai sudah ditetapkan 540-560°F, sehingga hanya memiliki jarak kecil dan tidak begitu berpengaruh.

3 Laju alir gas regenerasi

Laju alir gas regenerasi masih memungkinkan untuk dilakukan perubahan, dimana pada saat ini laju alir yang digunakan 14 MMscfd, jika dilakukan penambahan laju alir maka secara teori akan lebih membantu penyempurnaan penguapan air dalam molsieve.

4 Waktu pemanasan

Waktu pemanasan yang dilakukan saat ini hanya 4 jam dan masih memungkinkan jika dilakukan penambahan waktu, dengan penambahan waktu ini diharapkan air yang selama ini tertinggal akan ikut menguap sehingga molsieve bebas dari air setelah regenerasi.

Dari hal-hal yang mempengaruhi proses regenerasi tadi, sehingga dipandang perlu untuk dilakukan evaluasi terhadap pengaruh laju alir dan lamanya waktu pemanasan pada proses regenerasi molsieve sehingga diperoleh kondisi yang optimal.

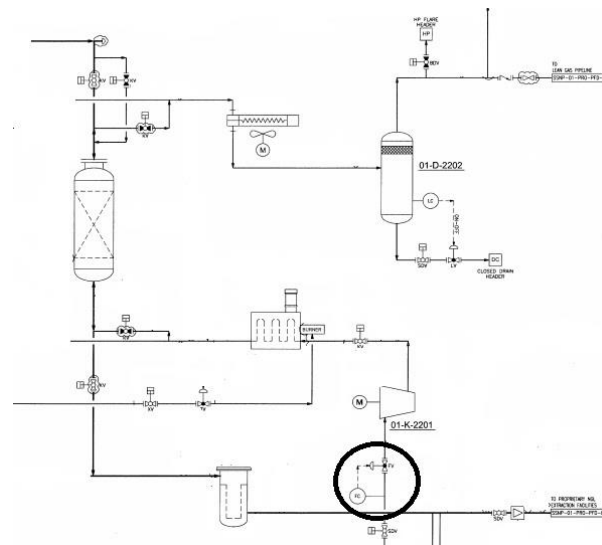
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang muncul adalah : Bagaimana mencari titik optimal regenerasi dari sisi laju alir saat proses pemanasan, serta bagaimana mencari titik optimal regenerasi dari sisi lamanya waktu saat proses pemanasan.

Tujuan dari penelitian ini adalah : Menentukan pengaruh waktu pemanasan, menentukan pengaruh laju alir pemanasan, serta diharapkan dengan optimalnya regenerasi, kinerja molsieve lebih baik dengan masa pakai yang lebih lama.

Proses Adsorpsi adalah proses penyerapan uap air di dalam gas alam dengan menggunakan zat padat berupa buturan-buturan yang disebut molsieve (molecular sieve). Gas umpan yang mengandung uap air dilewatkan di dalam suatu kolom adsorber yang

mempunyai kemampuan penyerapan tertentu. Pada suatu periode tertentu, molsieve akan jenuh dan perlu diregenerasi. Molecular sieve adalah bentuk dari aluminosilica (Rendra.2019).

Sistem dehidrasi di perta-santan gas dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Sistem dehidrasi gas

peralatan terdiri dari:

1. Dehydration Vessel dengan molecular sieve bed.
2. Dust Filter.
3. Compressor Gas Regenerasi, dengan penggerak motor listrik (K-2201).
4. Heater Gas Regenerasi – Tipe Fire Heater.
5. Regenerasi Gas Cooler – Tipe air cooled Heat Exchanger.
6. KO Drum Gas Regenerasi.

Gas umpan setelah melalui “fasilitas penerimaan” selanjutnya dialirkan menuju unit dehidrasi. Pada unit dehidrasi terjadi proses adsorpsi yaitu penyisihan kandungan air dari gas dengan menggunakan media *molecular sieve* (molsieve). Gas umpan yang memiliki kandungan air sekitar 65 lb/MMscfd akan masuk kedalam vessel DHU untuk di adsorp kandungan airnya oleh Molsieve sehingga kandungan air pada gas keluaran dibawah 0.01 ppmv. Kinerja molsieve ini harus selalu terjaga untuk menghindari terjadinya hidrat di area *cryogenic* yang memiliki suhu sampai dengan  $-125^{\circ}\text{F}$ . Sistem dehidrasi gas pada kilang ekstraksi NGL prabumulih ini memiliki 3 vessel dengan 1 vessel melakukan adsorpsi kandungan air pada gas umpan dan 1 vessel sedang proses regenerasi serta 1 vessel lagi selesai melakukan regenerasi atau dikatakan standby bersih. Proses peralihan kondisi operasi setiap vessel ini dilakukan secara otomatis berdasarkan urutan yang sudah ditentukan atau bisa juga dilakukan secara manual oleh DCS operator.

Pada gambar 1, Gas kering yang keluar vessel masuk kedalam Dust Filter, untuk menangkap partikel-partikel padatan. Selanjutnya gas kering mengalir ke

Gas Liquid Exchanger dan Feed/Residue Exchanger di unit Recovery System NGL untuk didinginkan.

Proses adsorpsi dilakukan selama 6 jam dan proses regenerasi dilakukan sekitar 6 jam dengan 4 jam pemanasan dilanjutkan 2 jam pendinginan dan 20 – 30 menit proses pressurize dan depressurize, sehingga setiap saat masing-masing vessel ada 1 adsorp, 1 regenerasi serta 1 standby bersih.

Pada gambar 1, gas regenerasi masuk ke regeneration gas compressor (01-K-2201) yang laju alirnya diatur oleh FC-2241 (lingkaran hitam pada gambar 1), kemudian keluaran regeneration gas compressor akan masuk heater pada saat pemanasan, namun jika saat pendinginan maka gas tidak melewati heater melainkan melewati fasilitas bypass valve. Gas keluaran heater akan masuk ke vessel dan keluar dari atas vessel menuju regeneration gas cooler untuk didinginkan sehingga air bebas akan terkondensasi dan dipisahkan oleh regeneration gas KO drum mengalir dari bawah KO drum menuju Closed drain drum untuk ditampung air hasil regenerasi molsieve. Kenaikan level di closed drain drum menunjukkan air yang terakumulasi selama proses regenerasi.

## 2. METODE

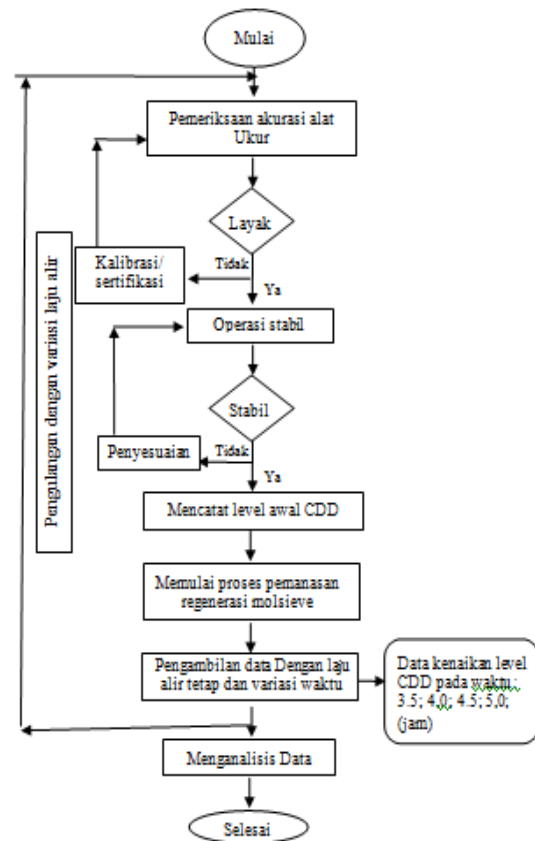
Penelitian ataupun studi kasus ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen dilakukan untuk pengujian kinerja proses regenerasi apakah sudah tuntas ataukah masih ada kandungan air yang tersimpan didalam molsieve. Massa air yang teruapkan didapat dari perhitungan air yang terakumulasi pada closed drain drum, dimana instrumentasi yang tersedia hanya berupa persentase level sehingga dilakukan perhitungan dan didapatkan massa air akumulasi selama waktu pemanasan. Massa air pada molsieve diperoleh dari perhitungan laju gas umpan dan kandungan airnya.

Percobaan dilakukan pada bulan Desember 2021– Januari 2022, di *Control room* kilang ekstraksi Pt.Perta-Samtan Gas Prabumulih.

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. DHU Vessel
2. Molsieve
3. Level Transmitter
4. Flow Transmitter
5. *Stopwatch*
6. Regen Compressor
7. Heater
8. Fuel gas

Prosedur penelitian dapat dideskripsikan pada gambar 2



Gambar 2. Diagram Alir Prosedur Percobaan

Data yang diambil adalah level closed drain drum saat awal pemanasan dan disetiap waktu yang ditentukan, level closed drain ini akan digunakan untuk menghitung volume air didalam closed drain drum tersebut. Volume akhir dikurangi volume awal adalah menunjukkan jumlah air yang teruapkan selama proses pemanasan molsieve. Massa air yang tak teruapkan atau masih terperangkap didalam molsieve dapat dihitung dari massa air terserap dikurang massa air teruapkan, dari perhitungan massa air tak teruapkan kita dapat menentukan apakah proses regenerasi sudah selesai ataukah masih berlangsung.

### 2.1 Perhitungan Massa air pada Closed Drain Drum

Perhitungan volume pada CDD menggunakan pendekatan perhitungan volume terhadap 2 kepala silinder ditambah volume silinder rumus yang dipakai adalah (Psgas, 2020<sup>b</sup>). :

$$\begin{aligned} \text{Total volume} &= \text{Volume 2 kepala} + \text{volume silinder} \\ &= 1/6\pi K_1 D^3 + 1/4\pi D^2 L \end{aligned}$$

$$\text{Parsial Volume} = 1/6\pi K_1 D^3 \times (f(Zc)) + 1/4\pi D^2 L \times f(Zc)$$

$$K_1 = 2b/D \quad Ze = H_1/D \quad Zc = H_1/DP$$

$$f(zc) = \left[ \frac{\alpha - \sin \alpha \times \cos \alpha}{\pi} \right]$$

$$f(ze) = - \left( \frac{H_1}{D} \right)^2 \times \left( -3 + 2 \frac{H_1}{D} \right) \quad D = 2,2 \text{ m}$$

$$\alpha = 2 \times \tan \left[ \frac{H_1}{\sqrt{\frac{2xH_1xD}{2} - H_1^2}} \right] \quad L = 7,1 \text{ m}$$

untuk bentuk kepala elips :  $b=1/4D$ ,  $K_1=1/2$

## 2.2 Perhitungan Massa Air (Psgas, 2020<sup>b</sup>).

### 1. Perhitungan massa air teruapkan

Massa air teruapkan dapat dihitung dari volume akhir CDD dikurangi volume awal CDD kemudian dikonversi ke massa dengan mengalikan dengan densitas air.

$$\text{Volume air teruapkan} = \text{Volume CDD akhir} - \text{Volume CDD awal}$$

$$\text{Massa air teruapkan} = \text{Volume air teruapkan} \times \text{Density air}$$

### 2. Perhitungan massa air terserap selama proses adsorpsi

Perhitungan massa air terserap selama proses adsorpsi dapat ditentukan dengan cara :

$$\text{Massa air terserap} = \text{massa air masuk} - \text{massa air keluar}$$

$$\text{Massa air masuk} = \text{kandungan air pada gas umpan} \times \text{volume gas umpan}$$

$$\text{Massa air keluaran} = \text{kandungan air pada gas keluaran} \times \text{volume gas keluaran}$$

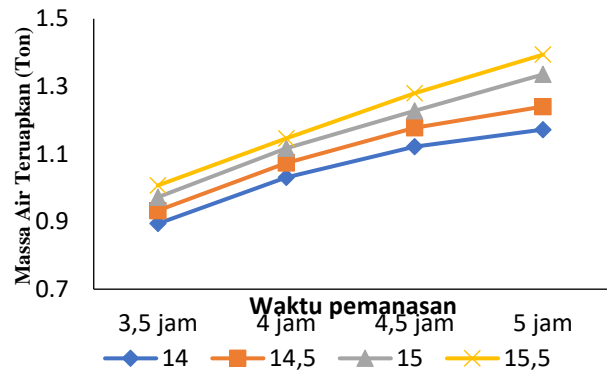
### 3. Perhitungan massa air tak teruapkan

$$\text{Massa air tak teruapkan} = \text{Massa air terserap} - \text{Massa air teruapkan}$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah berupa pencatatan level awal closed drain drum saat awal pemanasan dan level closed drain drum saat waktu pemanasan 3,5 jam, 4,0 jam, 4,5 jam dan 5,0 jam dengan laju alir tetap, dan pengulangan waktu dengan laju alir berbeda. Dari data level tersebut akan dilakukan perhitungan.

Berdasarkan Gambar 3 ternyata bahwa laju alir gas 15,5 MMscfd dengan waktu pemanasan 5 jam memiliki massa air yang bisa teruapkan sebanyak 1,39387 ton, massa air teruapkan tertinggi dibandingkan dengan kombinasi yang lain, hal ini menunjukkan bahwa proses pemanasan selama ini yang hanya 4 jam dengan laju alir 14,0 MMscfd masih tidak cukup, sehingga air yang terperangkap didalam molsieve tidak teruapkan sempurna, hal ini menunjukkan adanya akumulasi air tak teruapkan didalam molsieve dan memberikan dampak menurunkan kapasitas penyerapan air pada molsieve seiring usia molsieve.



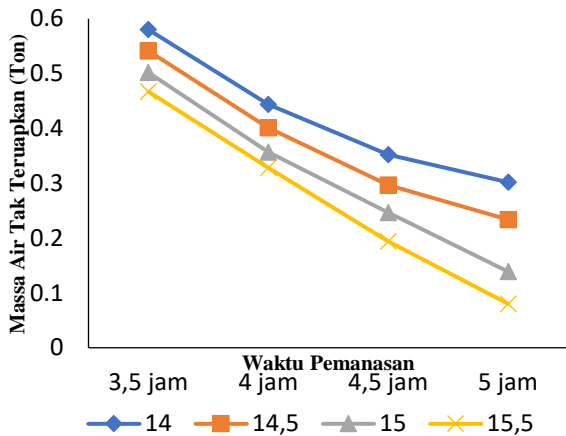
**Gambar 3.** Pengaruh waktu pemanasan dan laju alir gas terhadap massa air teruapkan

Berdasarkan gambar 4 masih bisa untuk dilakukan percobaan menambah laju alir gas regenerasi dan waktu pemanasan dikarenakan melihat trending dari grafik masih belum melandai, hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya dari dzakir dan rajio yang menyatakan semakin besar laju alir regenerasi maka semakin banyak air yang dapat diregenerasi, yang dibuktikan dengan % removal. Peningkatan laju alir gas dapat meningkatkan kecepatan difusi panas dari gas ke dalam material molsieve yang menyebabkan meningkatnya suhu molekul di dalam material. Peningkatan suhu di dalam molekul air menyebabkan tekanan uap air dalam molekul bertambah, sedangkan tekanan uap pada permukaan berkurang sehingga air yang berada di dalam molsieve akan keluar dari molsieve. (Goodarzia dkk, 2017)

Penambahan laju alir gas regenerasi harus dilakukan dengan teliti dikarenakan jika laju alir gas regenerasi terlalu tinggi maka akan menyebabkan unggun molsieve terfluidisasi dan dapat merusak kemampuan molsieve itu sendiri (Rosen, 2003).

Penambahan waktu pemanasan harus bisa dilakukan dengan mempertimbangkan siklus tahapan dari setiap vessel agar tidak terjadi antrian atau dengan kata lain tidak mengganggu siklus adsorpsi-regenerasi.

Berdasarkan Gambar 4 yang dialurkan dari Tabel 1 ternyata bahwa laju alir gas 15,5 MMscfd dan waktu pemanasan 5 jam memiliki massa air tak teruapkan paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa air yang terperangkap didalam molsieve adalah paling kecil pada laju alir gas 15,5 MMscfd dengan waktu pemanasan 5 jam, hal ini memperlihatkan bahwa regenerasi yang selama ini dengan laju alir gas 14,0MMscfd dengan waktu pemanasan 4 jam masih belum sempurna. Proses regenerasi yang tidak sempurna ini menyebabkan penurunan kemampuan molsieve dalam mengadsorpsi kandungan air pada gas umpan.



**Gambar 4.** Pengaruh waktu pemanasan dan laju alir gas terhadap massa air tak teruapkan

#### 4. SIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan :

- 1 Lamanya waktu pemanasan sangat berpengaruh pada jumlah air yang teruapkan. Waktu pemanasan 5 jam dengan laju alir gas yang sama memiliki massa air yang teruapkan paling banyak selama proses regenerasi.
- 2 Laju alir gas 15,5 MMscfd memiliki massa air yang teruapkan paling banyak. Laju alir gas panas sangat berpengaruh namun laju alir tidak boleh terlalu tinggi karena bisa menyebabkan fluidisasi pada unggun molsieve.
- 3 Waktu pemanasan 5 jam dengan laju alir gas 15,5 MMscfd memiliki massa air teruapkan paling besar dan massa air tak teruapkan paling rendah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dzakir, M.I dan Rajio A. (2018). Pengembangan Teknologi Proses Regenerasi Material Hibrida Karbon Silika Sebagai Solid Dessicant Dalam Biogas Dehydration Unit. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- GPSA, (2004). GPSA Engineering Data Book 12th edition, Texas : Gas Processors Supplier Association.
- Goodarzia, Gholamreza., Thirukonda, Neelesh., Heidari, Shahin., Akbarzadeh, Aliakbar., Date, Abhijit. (2017). *Performance Evaluation of Solid Desiccant Wheel Regenerated by Waste Heat or Renewable Energy*. Energy Procedia, 110, 434-439
- Oyenekan, B.A.,& Rochelle, G.T. (2007). Alternative Stripper Configuration for CO<sub>2</sub> Capture by aqueous Amine. *AIChE journal*.

- PSGAS,(2020<sup>a</sup>). Logsheet. Extraction Plant. Prabumulih : Perta-Santan Gas.
- PSGAS, (2020<sup>b</sup>). Process Flow Diagram Extraction Plant. Prabumulih : Perta-Santan Gas.
- Rendra, (2019<sup>a</sup>). Design Of Molsieve DHU. Jakarta : Pertamina Learning Centre.
- Rendra. (2019<sup>b</sup>). Moisture And Hydrate. Jakarta : Pertamina Learning Centre.
- Rendra. (2019<sup>c</sup>). Operation Molsieve DHU. Jakarta : Pertamina Learning Centre.
- UOP. (2020<sup>a</sup>). *Gas Dehydration Plants*.New York : Honey Well Company.
- UOP. (2020<sup>b</sup>). *Handling Of Zeolit Molecular Sieve Adsorbents In Process Units*.New York : Honey Well Company.
- UOP. (2020<sup>d</sup>). *Handling Of Zeolit Molecular Sieve Adsorbents In Process Units*.New York : Honey Well Company.
- UOP. (2020<sup>e</sup>). *Molecular Sieve*.New York : Honey Well Company.
- Ward, Rosen. (2003). *Molecular Sieve Adsorbers*. Texas : Petroleum Learning Programs.