

Pengaruh mesh karbon aktif dan laju alir gas terhadap peningkatan metana dalam kualitas *compressed natural gas*

Abdullah Saleh*, Putri Nurul Ilmi, Ramdela

*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jalan Palembang-Prabumulih Km.32 Ogan Ilir Sumsel 30662
Email: dullascurtin@yahoo.com

Abstrak

Compressed Natural Gas (CNG) merupakan bahan bakar gas berupa gas alam yang telah dikompresi pada tekanan 200-240 bar. Komponen utama dalam *Compressed natural gas* adalah CH_4 , dan gas pengotor yang ditinjau dari penelitian ini yakni N_2 dan O_2 . Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran mesh karbon aktif dan laju alir gas terhadap peningkatan metana dalam kualitas *Compressed natural gas*. Serta mengetahui kapasitas adsorpsi menggunakan persamaan isoterm *freundlich*. Variasi ukuran mesh karbon aktif yaitu 10 mesh, 60 mesh, dan 120 mesh. Dan variasi laju alir gas 1 L/menit, 2 L/menit, dan 3 L/menit. Hasil analisa menunjukkan persentase metana sampel awal sebesar 77,86 %mol. Setelah dilakukan proses pemurnian didapatkan peningkatan persentase metana dan penurunan persentase nitrogen dan oksigen pada setiap penambahan mesh karbon aktif dan penurunan laju alir gas. Persentase metana tertinggi ialah 92,78 %mol pada karbon aktif 120 mesh dengan laju alir 1 L/menit. Dengan menggunakan persamaan isoterm *freundlich* untuk penyerapan gas nitrogen oleh karbon aktif didapatkan nilai konstanta k sebesar 0,02911 mol/gram dan konstanta n sebesar 4,13223.

Kata Kunci: *Compressed Natural Gas*, adsorpsi, karbon aktif, metana, isoterm adsorpsi

Abstract

Compressed Natural Gas (CNG) is a fuel gas such as natural gas that has been compressed at a pressure of 200-240 bar. The main components in the compressed natural gas are CH_4 , and the gas impurities observed in this research are N_2 and O_2 . This research was conducted to determine the effect of activated carbon mesh size and gas flow rate to improvement of methane in the quality of *Compressed natural gas*. Also to know the capacity of adsorption by using *freundlich* isotherm equation. The variations in the gas flow rate are 1 L/min, 2 L/min, and 3 L/min. The analysis result shows initial sample methane percentage is 77.86 %mole. After the purification process was done, it was obtained an increase in methane percentage and a decrease in the percentage of nitrogen and oxygen on each additional mesh activated carbon and a decrease in gas flow rate. The highest methane percentage was 92.78 mole% at 120 mesh activated carbon at a flow rate of 1 L/min. By using *Freundlich* isotherm equation for the absorption of nitrogen gas by activated carbon, it was obtained a constant value k of 0,02911 mole/gram and constant n of 4,13223.

Keywords: *Compressed natural gas, adsorption, activated carbon, methane, adsorption isotherms.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki energi berupa sumber daya minyak dan gas bumi yang cukup, sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Energi merupakan sesuatu yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia saat ini. Energi mempunyai peranan penting dalam kehidupan sosial, ekonomi dan lingkungan. Kebutuhan energi di Indonesia hingga saat ini cenderung dipenuhi dengan bahan bakar fosil. Untuk

mengatasi masalah tersebut diperlukan adanya bahan bakar alternatif yang murah dan ramah lingkungan seperti bahan bakar gas alam (BBG) sebagai energi pengganti bahan bakar minyak.

Compressed Natural Gas (CNG) adalah salah satu jenis gas alam yang terkompresi dan dikemas ke dalam tabung baja *composite cylinder* pada tekanan penyimpanan 200-250 bar untuk kemudahan dalam pengangkutan, dengan berbentuk *Compressed natural gas*

maka gas menjadi 250 kali lebih banyak dalam volume yang sama di tekanan atmosfer. *Compressed Natural Gas* (CNG) di Indonesia juga dikenal dengan istilah Bahan Bakar Gas (BBG) yang berguna sebagai bahan bakar pengganti bensin, solar, dan LPG (PGN, 2009). Komponen utama dalam *Compressed natural gas* adalah metana (CH_4), komponen pengotor diantaranya Air, Helium, Nitrogen, karbon dioksida dan Hidrogen sulfida (Abidin, 2010). *Compressed Natural Gas* lebih bersih bila dibandingkan dengan dua bahan bakar minyak dan solar karena emisi gas buangnya yang ramah lingkungan.

Pada penelitian ini digunakan *Compressed natural gas* sebagai bahan baku, dimaksudkan untuk memenuhi dan meningkatkan spesifikasi gas pakai yang sudah ditetapkan sebelum gas digunakan. Peningkatan spesifikasi gas pakai dilakukan dengan proses pemurnian *Compressed natural gas* untuk menghasilkan kadar metana yang tinggi. Nilai metana yang tinggi dapat dihasilkan jika gas kontaminan (pengotor) yang terkandung pada *Compressed natural gas* dipisahkan.

Metode yang digunakan untuk pemurnian *Compressed natural gas* yakni dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif sebagai adsorbennya. Karbon aktif dipilih sebagai media adsorpsi karena keberadaannya melimpah di Indonesia. Karbon aktif digunakan sebagai media adsorpsi karena tidak bersifat racun, mudah didapat, ekonomis, dan efektif (Basuki, 2007). Menurut Pari dalam Tamar (2014), karbon aktif mampu mengadsorpsi anoin, kation dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik sebagai larutan maupun gas serta mempunyai sifat penyerapan yang selektif, yaitu lebih menyukai bahan-bahan non polar dari pada bahan polar. Dengan sifat inilah maka karbon aktif dapat menyerap gas pengotor oksigen dan nitrogen yang bersifat non polar.

Gas Alam

Gas alam terdiri dari gas hidrokarbon, nonhidrokarbon serta komponen pengotor. Metana (CH_4) merupakan komponen penyusun terbesar dari gas alam dan terdiri dari komponen lainnya seperti etana (C_2H_6), propana (C_3H_8), butana (C_4H_{10}) serta komponen pengotor lainnya seperti air, sulfur, karbondioksida, nitrogen dan lainnya. Gas alam bersifat tidak berwarna, tidak berbau, dan mudah terbakar jika ada percikan api. Sifat yang dimiliki gas alam yaitu aman, bersih, dan efisien menjadikan gas alam sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, pembangkit tenaga

listrik gas, gas kota untuk keperluan rumah tangga dan lain sebagainya. Selain itu gas alam dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pupuk, petrokimia, metanol, pembuatan plastik dan lainnya.

Compressed Natural Gas

Compressed Natural Gas (CNG) merupakan gas alam yang telah dikompresi pada tekanan 200-240 bar. Komposisi *compressed natural gas* alam akan bervariasi tergantung sumber gas alam. Jika persentase komponen hidrokarbon lebih tinggi pada gas alam dibandingkan komponen nonhidrokarbon maka mutu gas alam tersebut akan semakin tinggi. Spesifikasi komposisi *Compressed natural gas* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Komposisi *Compressed Natural Gas*

(Sumber: PT PDPDE, 2016)

Gas Composition	Unit	Method	Result
CO_2	% mole		5.6263
N_2	% mole		0.9836
CH_4	% mole	GPA	85.626
C_2H_6	% mole	2261-00	5.4765
C_3H_8	% mole		1.2646
n C_4H_{10}	% mole		0.2543
i C_5H_{12}	% mole		0,1020
N	% mole		0.0606
C_6+	% mole		0.3842

Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penyerapan adsorbat (molekul yang diserap baik itu cair atau gas) dipermukaan media adsorben. Adsorpsi adalah suatu proses dimana suatu partikel (adsorbat) menempel pada suatu permukaan adsorben dan membentuk lapisan tipis. Adsorpsi terdiri dari dua yaitu adsorpsi secara fisika dan secara kimia. perbedaan adsorpsi fisika dan kimia pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Adsorpsi Fisika dan Kimia

Adsorpsi Fisika	Adsorpsi Kimia
Panas adsorpsi rendah	Panas adsorpsi tinggi
Tidak spesifik	Sangat spesifik
Monolayer atau Multilayer	Hanya monolayer
Tidak terdapat disosiasi spesi yang teradsorpsi	Mungkin terjadi disosiasi
Hanya signifikan pada temperatur rendah	Dapat terjadi di rentang temperatur yang lebih lebar

(Sumber: Ginting 2008, dalam Zulfa 2015)

Adsorpsi secara kimia yaitu terjadinya pembentukan ikatan kimia antara molekul yang terserap dengan adsorben. Sedangkan adsorpsi secara fisika (*physisorption*) terjadi karena gaya *Van der Waals* (Okta, 2013). Proses adsorpsi fisika bersifat eksotermis dimana jumlah senyawa yang diadsorpsi bertambah dengan penurunan temperatur (Zulfa, 2011). Pada proses pemurnian gas alam dengan menggunakan karbon aktif merupakan proses adsorpsi, karena gas berkontak langsung secara kontinyu dengan karbon aktif. Kapasitas karbon aktif akan jenuh karena dengan bertambahnya waktu. Adsorpsi gas oleh zat padat ditandai oleh hal-hal berikut (Basuki, 2007):

- Adsorpsi bersifat selektif, artinya adsorben tersebut hanya menyerap gas pengotor dan tidak menyerap komponen gas-gas lainnya.
- Semakin besar tekanan maka semakin banyak gas diserap. Hal ini karena jumlah gas yang diserap tergantung pada tekanan parsial gas.
- Adsorpsi terjadi sangat cepat, dimana kecepatan adsorpsinya semakin berkurang dengan semakin banyaknya gas yang diserap.
- Adsorpsi tergantung dari luas permukaan adsorben, semakin porus adsorben maka semakin besar daya adsorpsinya.

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

- Sifat adsorben seperti ukuran adsorben, jika semakin kecil ukuran adsorben maka luas permukaan akan semakin besar dan kapasitas zat yang diadsorpsi juga semakin banyak. Serta dengan kemurnian adsorben yang tinggi maka kemampuan mengadsorpsi semakin besar.
- Jika adsorpsi secara fisika, semakin tinggi tekanan adsorbat maka semakin banyak adsorbat yang diadsorpsi. Sedangkan adsorpsi kimia semakin tinggi tekanan semakin sedikit adsorbat yang diadsorpsi.

- Jenis adsorbat yaitu persentase, kepolarannya dan ukurannya.
- Temperatur. Adsorpsi bersifat eksotermis karena ketika molekul-molekul adsorbat melekat pada permukaan adsorben terjadi pembebasan sejumlah energi (Zulfa, 2011).

Isoterm *Freundlich*

Asumsi isoterm ini adsorben mempunyai permukaan yang heterogen dan tiap molekul mempunyai potensi penyerapan yang berbeda-beda. Dengan isoterm *freundlich* ini dapat diketahui proses adsorpsi berlangsung secara multilayer, seperti adsorpsi secara fisika dimana terjadi pada multilayer (banyak lapisan). Asumsi isoterm ini didasarkan bahwa ada permukaan heterogen dengan beberapa tipe pusat adsorpsi yang aktif (Inayati, 2015). Berikut persamaan *freundlich*:

$$\log (X_m/m) = \log k + 1/n \cdot \log C_e \dots \dots (1)$$

Dimana X_m adalah berat zat yang diadsorpsi, m ialah berat adsorben dan C_e ialah konsentrasi zat. Kemudian k dan n merupakan konstanta adsorpsi dimana k merupakan kapasitas adsorpsi dan n intensitas adsorpsi, dimana nilainya bergantung pada jenis adsorben serta suhu adsorpsi. Bila dibuat kurva $\log (X_m/m)$ terhadap $\log C_e$ akan didapatkan persamaan linear dengan intersep $\log k$ dan kemiringan $1/n$ (Handayani dkk, 2009). Dari persamaan yang telah didapatkan dari grafik yang didapatkan dapat dihitung nilai konstanta *freundlich* dan nilai n .

Karbon Aktif

Karbon aktif memiliki warna hitam yang mempunyai sifat tidak berasa dan berbau. Karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena memiliki struktur atom karbon *amorf* serta memiliki pori-pori sehingga memiliki daya serap yang tinggi. Karbon aktif memiliki struktur *amorf* karena adanya ikatan kovalen antara atom-atom karbon. Jika karbon aktif digunakan untuk menyerap gas, maka digunakan karbon aktif dengan diameter 10-200 Å. Berlangsungnya adsorpsi tergantung ukuran pori-pori karbon aktif. Berikut 3 jenis pori-pori karbon aktif (Susanti dkk, 2012):

- Mikropori dengan ukuran dibawah 40 Å.
- Mesopori dengan ukuran antara 40-5000 Å.
- Makropori dengan ukuran diatas 5000 Å.

Jumlah senyawa karbon dapat mempengaruhi kemampuan karbon aktif untuk menyerap. Karbon aktif dapat dibuat dari bahan organik maupun anorganik yang memiliki pori. Dengan melakukan proses aktivasi untuk membuat pori-pori karbon terbuka sehingga

dengan luas permukaan yang semakin besar diharapkan karbon aktif dapat mengadsorpsi adsorbat yang diinginkan. Proses aktivasi dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu (Surest dkk, 2010):

- a) Proses aktivasi termal (fisika). Proses ini umumnya melibatkan gas pengoksidasi seperti oksida oleh udara pada temperatur rendah, uap CO₂, atau aliran gas pada temperatur tinggi (Pohan 1993, dalam Surest dkk 2010).
- b) Proses aktivasi kimia. Proses ini merujuk pada perlibatan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif. Arang yang telah dilakukan karbonisasi direndam dalam larutan aktivasi kimia sebelum dipanaskan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Unit Proses Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan pengujian sampel hasil penelitian dilakukan di Laboratorium Petro Kimia Pertamina RU III, Plaju, Palembang.

Variabel Penelitian

1. Variabel tetap adalah massa karbon aktif 800 gram, tekanan 2 bar, dan waktu sampling 15 menit.
2. Variabel berubah yaitu ukuran mesh karbon aktif dan laju alir.

Alat Dan Bahan

Alat

1. Tabung *compressed natural gas*
2. Selang diameter 0,5 inci
3. Regulator
4. *Gas Valve*
5. *Housing*
6. Flowmeter
7. *Sampling bubble*
8. Klep

Bahan

1. *Compressed natural gas*
2. Arang aktif
3. Air
4. Kalium Iodida
5. HCl

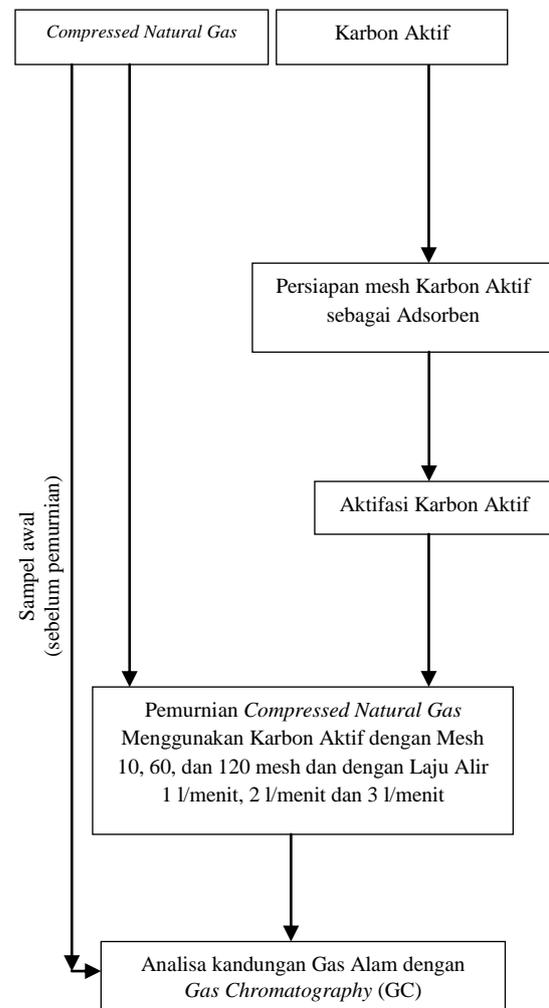
Prosedur Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap aktivasi karbon dan tahap pemurnian *Compressed Natural Gas*.

Proses Aktivasi Karbon

1. Penghalusan dan pengayakan karbon agar didapat karbon dengan ukuran mesh yang diinginkan yakni 10, 60, dan 120 mesh.
2. Buat larutan aktivator dengan 30 gram kalium iodida, kedalam 1 liter aquadest.
3. Campurkan karbon dengan larutan aktivator, rendam selama 3 jam pada suhu 85°C.
4. Saring karbon, kemudian oven kembali dengan temperatur 110°C selama 3 jam.
5. Lakukan aktivasi fisik, karbon aktif difurnace pada suhu 450 selama 3 jam.
6. Kemudian lakukan pencucian dengan menggunakan larutan 0,1 N HCL serta penetralan dengan aquadest.
7. Lalu masukkan karbon aktif kedalam oven pada suhu 110°C selama 7 jam dan karbon aktif yang diperoleh dapat digunakan untuk proses pemurnian.

Skema Penelitian

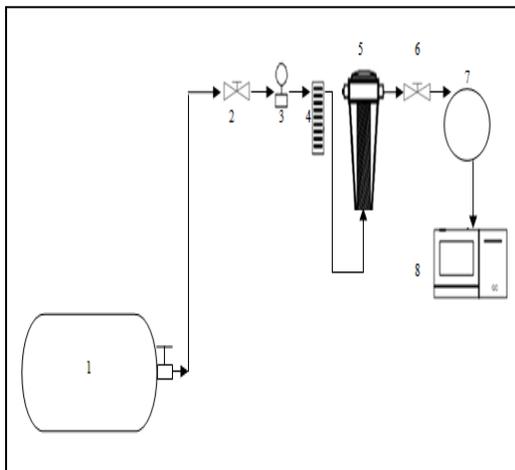


Gambar 1. Diagram Alir Proses Pemurnian Natural Gas

Pemurnian Compressed Natural Gas

1. *Compressed natural gas* diambil untuk analisa komposisi sampel awal sebelum dimurnikan dan dimasukkan kedalam kantong *gas/sampling bubble*.
2. Atur *feed compressed natural gas* yang masuk dengan variasi laju alir dengan tekanan 2 atm pada kolom adsorben arang aktif.
3. Tabung *compressed natural gas* dialirkan menuju regulator dan flowmeter.
4. *Compressed natural gas* dialirkan ke housing yang berisi karbon aktif.
5. Pemurnian dilakukan secara *once through* pada waktu pengambilan sampel 15 menit dengan valve produk yang terbuka.
6. Sample yang didapatkan berupa produk pemurnian *compressed natural gas* yang sudah melewati karbon aktif lalu dimasukkan kedalam *sampling bubble*.
7. Berilah label atau penanda disetiap kantong *gas/ sampling bubble*.
8. Lakukan prosedur percobaan diatas untuk karbon aktif dengan ukuran mesh 10 mesh, 60 mesh dan 120 mesh, dengan berat masing-masing 800 gram.

Secara skematis rangkaian alat pemurnian *Compressed Natural Gas* pada penelitian ini adalah seperti gambar berikut:



Keterangan:

1. Tabung *compressed natural gas*
2. *Gas valve*
3. Regulator dan *Manometer*
4. Flowmeter
5. *Housing* + Karbon aktif
6. *Gas valve*
7. *Sampling bubble*
8. *Gas Chromatograph* (GC)

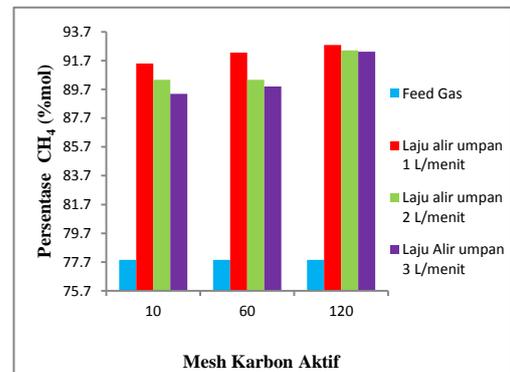
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa sampel gas sebelum dan sesudah pemurnian dilakukan dengan menggunakan *gas chromatography* (GC).

A. Pengaruh Ukuran Mesh Karbon Aktif Terhadap Pemurnian *Compressed Natural Gas*

Dengan ukuran mesh karbon aktif 10 mesh, 60 mesh dan 120 mesh akan mempengaruhi persentase metana, oksigen dan nitrogen, Sehingga dengan divariasikannya ukuran mesh karbon aktif akan didapatkan ukuran mesh karbon aktif yang maksimal untuk meningkatkan persentase metana serta menurunkan persentase oksigen dan nitrogen pada kandungan *compressed natural gas*.

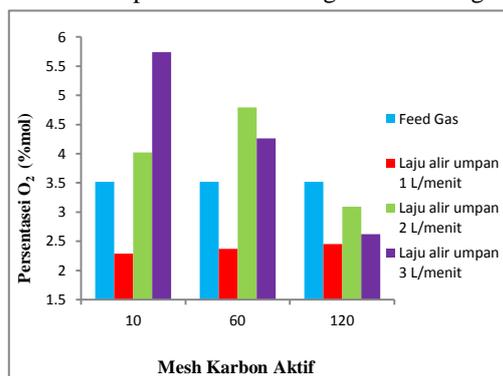
1. Pengaruh Ukuran Mesh Karbon Aktif Terhadap Persentase Metana



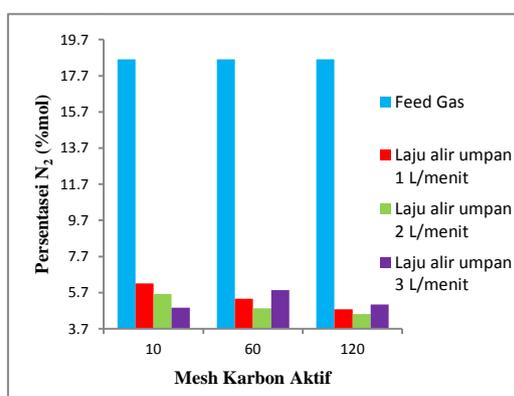
Gambar 2. Pengaruh Ukuran Mesh Karbon Aktif Terhadap Persentase Metana Pada *Compressed Natural Gas*

Pada gambar 2. persentase gas metana yang paling tinggi yaitu pada karbon aktif 120 mesh sebesar 92,78 %mol, sedangkan persentase gas metana yang terendah pada karbon aktif 10 mesh sebesar 89,39 %mol. Semakin besar ukuran mesh karbon aktif maka persentase metana dalam *compressed natural gas* akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin besar mesh karbon aktif maka ukuran partikel yang dimiliki akan semakin kecil sehingga luas permukaan pada karbon aktif semakin besar. Pada karbon aktif yang didominasi mikropori sangat sesuai untuk menyerap molekul gas dengan kontaminan rendah (Susanti dkk, 2012). Selain itu dengan ukuran mesh yang paling besar mempunyai celah diantara karbon aktif yang sedikit sehingga kontak antara karbon aktif dengan *compressed natural gas* lebih lama dan penyerapan adsorbat lebih efektif.

2. Pengaruh Ukuran Mesh Karbon Aktif Terhadap Persentase Oksigen dan Nitrogen



Gambar 3. Pengaruh Ukuran Mesh Karbon Aktif Terhadap Persentase Oksigen Pada *Compressed*



Gambar 4. Pengaruh Ukuran Mesh Karbon Aktif Terhadap Persentase Nitrogen Pada *Compressed Natural Gas*

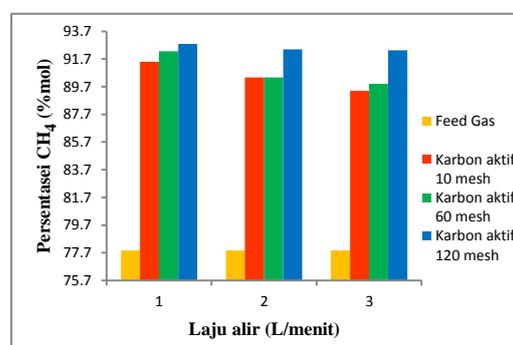
Pada gambar 3. didapatkan persentase gas oksigen terendah pada karbon aktif 10 mesh sebesar 2,29 %mol. Pada gambar 4. persentase gas nitrogen terendah pada karbon aktif 120 mesh sebesar 4,51 %mol. Semakin besar mesh karbon aktif menyebabkan persentase nitrogen akan semakin kecil. Sedangkan persentase oksigen terendah pada karbon aktif 10 mesh hal ini dapat disebabkan karena ada faktor *human error*. Dengan mesh karbon aktif yang semakin besar maka luas permukaannya juga semakin besar dan semakin kecil pori-pori maka semakin besar daya adsorpsi terhadap gas pengotor. Pori-pori karbon aktif dapat menahan molekul oksigen dan nitrogen, selanjutnya molekul nitrogen dan oksigen tertempel dipermukaan karbon aktif sehingga persentase oksigen dan nitrogen semakin menurun. Polaritas molekul akan mempengaruhi sifat adsorpsi, untuk memisahkan molekul gas pengotor digunakan adsorben yang sesuai

dengan sifat kepolaran molekul gas pengotor. Karbon aktif memiliki sifat nonpolar (Zulfa, 2011), sedangkan nitrogen dan oksigen bersifat nonpolar. Dengan sifat inilah maka karbon aktif dapat menyerap oksigen dan nitrogen.

B. Pengaruh Laju Alir Terhadap Pemurnian *Compressed Natural Gas*

Dengan variasi laju alir akan berpengaruh terhadap waktu kontak antara *feed gas* dengan karbon aktif di dalam kolom adsorpsi, dengan variasi ini akan berpengaruh terhadap peningkatan persentase metana dan menurunkan persentase pengotor yaitu oksigen dan nitrogen dalam *compressed natural gas*.

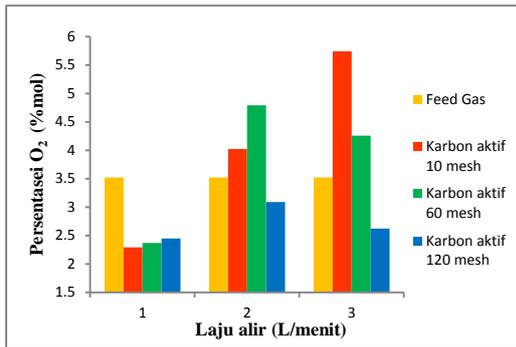
1. Pengaruh Laju Alir Terhadap Persentase Metana



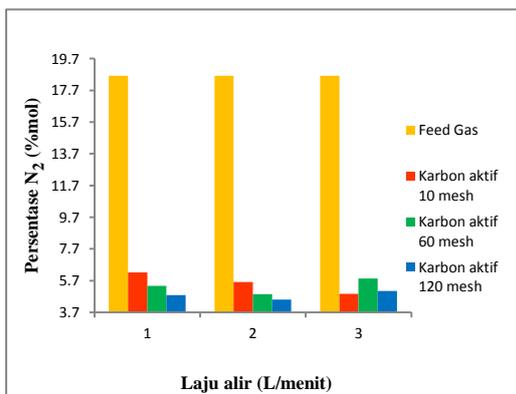
Gambar 5. Pengaruh Laju Alir Terhadap Persentase Metana Pada *Compressed Natural Gas*

Pada gambar 5. terlihat bahwa semakin besar laju alir yang digunakan, maka kandungan metana yang dihasilkan akan semakin kecil. Pada grafik tersebut persentase gas metana tertinggi terdapat pada laju alir 1 liter/menit sebesar 92,78 %mol. Sedangkan persentase gas metana terendah sebesar 89,39 %mol pada laju alir 3 L/menit. Peningkatan laju alir *compressed natural gas* berpengaruh pada lama waktu kontak antara karbon aktif dan *compressed natural gas*. Semakin besar laju alir yang digunakan maka waktu kontak antara karbon aktif dan *compressed natural gas* akan semakin cepat, yang menyebabkan kandungan metana semakin kecil karena gas pengotor sedikit terserap di pori-pori karbon aktif. Dan sebaliknya, laju alir *gas* yang kecil akan membuat waktu kontak antara *compressed natural gas* dengan karbon aktif menjadi lebih besar karena akan lebih banyak pengotor yang terserap oleh karbon aktif, yang nantinya dapat meningkatkan kandungan metana dibandingkan dengan *compressed natural gas* sebelum pemurnian.

2. Pengaruh Laju Alir Terhadap Persentase Oksigen dan Nitrogen



Gambar 6. Pengaruh Laju Alir Terhadap Persentase Oksigen Pada *Compressed Natural Gas*



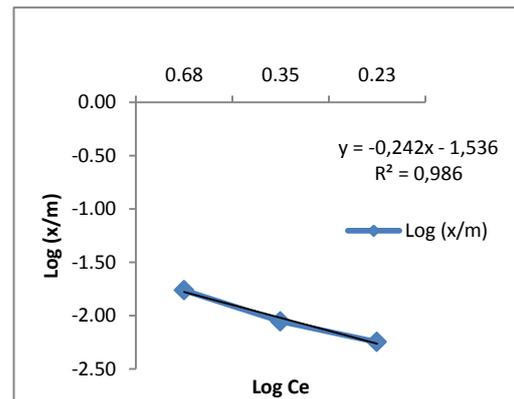
Gambar 7. Pengaruh Laju Alir Terhadap Persentase Nitrogen Pada *Compressed Natural Gas*

Pada gambar 6. semakin tinggi laju alir menyebabkan meningkatnya persentase oksigen setelah pemurnian. Berdasarkan grafik tersebut persentase oksigen tertinggi pada laju alir 3 L/menit sebesar 5,74 %mol, sedangkan persentase oksigen terendah pada laju alir 1 L/menit 2,29 %mol pada. Sedangkan pada gambar 7 nilai terendah persentase %mol nitrogen pada laju alir 2 L/menit sebesar 4,51 %mol. Nilai ini tidak berbeda jauh dengan laju alir 1 L/menit yang bernilai 4,78 %mol pada 120 mesh. Konsentrasi nitrogen tertinggi pada laju alir 3 L/menit dengan nilai 5,74 %mol. Hal ini membuktikan bahwa dengan laju alir yang kecil maka karbon aktif akan mengadsorpsi gas pengotor semakin banyak dibandingkan dengan laju alir yang tinggi menyebabkan komponen pengotor pada *compressed natural gas* hanya sedikit yang diadsorpsi oleh karbon aktif. Dengan waktu kontak yang sedikit proses adsorpsi tidak maksimal yang menyebabkan gas oksigen dan gas nitrogen akan semakin tinggi dengan semakin tingginya laju alir.

C. Uji Persamaan *Freundlich* Pada Penyerapan Gas Nitrogen

Untuk menentukan persamaan *freundlich* dihitung nilai x/m , $\text{Log } C_e$, dan $\text{Log } (x/m)$. Setelah data didapatkan untuk persamaan *freundlich* diplotkan $\text{Log } (x/m)$ versus $\text{Log } C_e$ menggunakan *Microsoft Excel*.

Pada gambar 8 pengujian persamaan *Freundlich* didapatkan harga koefisien determinasi N_2 sebesar $R^2 \geq 0,986$ yang membuktikan persamaan *Freundlich* dapat digunakan dalam proses adsorpsi gas nitrogen karena mendekati angka 1.



Gambar 8. Uji Persamaan *Freundlich* Terhadap Penyerapan Gas Nitrogen Pada Saat 120 Mesh Karbon Aktif

Tabel 3. Nilai Konstanta Pada Persamaan Isoterm Adsorpsi *Freundlich*

Gas	Persamaan Isoterm <i>Freundlich</i>	
	Konstanta	Nilai
Nitrogen	K	0,02911
	N	4,13223

Dari persamaan yang didapatkan pada gambar 8 maka akan didapatkan nilai konstanta persamaan isoterm adsorpsi *freundlich*. Daya adsorpsi maksimum karbon aktif pada proses penyerapan *compressed natural gas* dihitung dengan menggunakan persamaan isoterm adsorpsi *freundlich*. Pada tabel 3 didapatkan kapasitas atau daya adsorpsi maksimum (k) oleh karbon aktif terhadap gas nitrogen sebesar 0,02911 dan intensitas *freundlich* (n) sebesar 4,13223. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya adsorpsi N_2 maksimum yang dapat dilakukan oleh karbon aktif adalah 0,02911 mol/gram.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Dengan mesh karbon aktif yang paling besar yaitu 120 mesh akan meningkatkan konsentrasi metana sebesar 92,78 %mol.
- 2) Pada varaisi laju alir untuk meningkatkan konsentrasi metana terbaik yaitu pada laju alir 1 L/menit sebesar 92,78 %mol.
- 3) Dengan persamaan isotherm feundlich pada proses adsorpsi menggunakan karbon aktif didapatkan kapasitas adsorpsi gas nitrogen sebesar 0,02911mol/gram
- 4) Dengan meningkatnya konsentrasi metana maka akan menurunkan komponen pengotor gas O₂ menjadi 2,45 %mol dan gas N₂ menjadi 4,78 %mol.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal. 2010. *Analisis Potensi Penggunaan Bahan Bakar Gas Untuk Sektor Transportasi di DKI Jakarta*. Tesis Universitas Indonesia.
- Anonim. 2009. *Laporan Tahunan*. Jakarta : PT. Perusahaan Gas Negara.
- Anonim. 2016. *Spesifikasi Komposisi Compressed Natural Gas*. PT PDPDE Citra Nusantara Gemilang.
- Basuki, Tri K. 2007. *Penurunan Persentase CO Dan NO₂ Pada Emisi Gas Buang Dengan Menggunakan Media Penyisipan TiO₂ Lokal Pada Karbon Aktif*. Jurnal ISSN 1978-8738. Vol.1, No.1.
- Ginting, F.D. 2008. *Pengujian Alat Literatur*. FT UI Jakarta, Indonesia.
- Handayani, dkk. 2009. *Uji persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Tenologi Nuklir. PTNBR-BATAN Bandung.
- Inayati, dkk. 2015. *Model Matematis Penjerapan Kadmium Dalam Air Pada Adsorben Kulit Nangka*. Jurnal ISBN 978-602-14355-0-2.
- Irmayani, F, dkk. 2013. *Rancang Bangun Adsorben Komponen Korosif Gas Bumi*. Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi VOL. 47, No. 1.
- Iriani, Purwinda, dkk. 2014. *Pemurnian Biogas Melalui Kolom Beradsorben Karbon Aktif*. Sigma-Mu Vol.6, No.2.
- Okta, Thomas. 2013. *Adsorpsi H₂S Pada Gas Alam Menggunakan Membran Keramik Dengan Metode Titrasi Iodometri*. Jurnal Teknik Kimia Vol.19 No.4. Page: 22-28.
- Pohan. 1993. *Prospek Penggunaan Karbon Aktif dalam Industri*. Warta IHP.
- Surest, Azhary, dkk. 2010. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Biji Ketapang*.
- Suprianti, yanti. 2016. *Pemurnian Biogas Untuk Meningkatkan Nilai Kalor Melalui Adsorpsi Dua Tahap Susunan Seri dengan Media Karbon Aktif*. Jurnal ELKOMIKA Vol. 4, No.2
- Susanti, dkk. 2010. *Aplikasi Karbon Aktif dari Temperung Kluwak (Pangium Edule) denag Variasi Temperatur Karbonisasi dan Aktifasi Fisika Sebagai Electric Double Layer Capacitor (EDLC)*. Jurnal Teknik Material dan Metarologi. Vol.1, No. 1-6.
- Tamar, Ferawati. 2014. *Adsorpsi Emisi Gas CO, NO, dan NOx menggunakan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao L.) pada Kendaraan Bermotor Roda Empat*. Skripsi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
- Zed, Farida, dkk. 2014. *Outlook energi indonesia 2014*. Jakarta: Biro Fasilitas Kebijakan Energi dan Persidangan dan Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional
- Zulfa, Aditya. 2011. *Uji Adsorpsi Gas Carbon Monoksida (CO) Menggunakan Zeolit Alam Malang Dari Lampung*. Skripsi FT Universitas Indonesia.