

## PURIFIKASI BIOGAS BERBASIS *ABSORBENT* ZEOLIT DIAKTIVASI KOH, DAN NAOH TERHADAP KUALITAS BIOGAS

Farid Majedi<sup>1,\*</sup>, Agus Choirul Arifin<sup>2</sup>, Indah Puspitasari<sup>3</sup>, Shofyan Dwi Saputro<sup>4</sup>, Septian Nurfaranto<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Mesin Otomotif, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun,  
Jl. Serayu 84, Madiun, 63133

\*E-mail: farid@pnm.ac.id

Diterima: 3 Juni 2021

Direvisi: 27 Juli 2021

Disetujui: 21 Desember 2021

### ABSTRAK

Cadangan bahan bakar fosil semakin lama semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Pilihan memanfaatkan sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan hal cerdas yang sangat perlu dilakukan. Biogas adalah renewable energy dan ramah lingkungan dan murah. Unsur CO<sub>2</sub> dapat mengganggu dalam proses pembakaran. Untuk menaikkan kualitas biogas dapat dengan cara menurunkan unsur CO<sub>2</sub> yang mengganggu dalam proses Purifikasi adalah salah satu cara untuk memurnikan kandungan unsur CO<sub>2</sub> Biogas. Pembakaran. Penelitian ini dilakukan pemurnian biogas dengan menyerap karbondioksida (CO<sub>2</sub>) menggunakan zeolit yang diaktifasi dengan perlakuan panas 300°C dan Kalium Hidroksida (KOH) serta larutan Natrium Hidroksida (NaOH) yaitu dengan variasi laju aliran biogas yang masuk ke purifier. Pengujian dilakukan pada 4 variabel yaitu biogas non purifikasi, dengan laju 3 l/m, laju 5 l/m, laju 7 l/m. Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil, Semakin besar kecepatan aliran biogas maka kandungan CO<sub>2</sub> semakin kecil Dan kandungan CH<sub>4</sub> semakin meningkat. Kandungan CO<sub>2</sub> terendah pada variabel 5 L/menit sebesar 2952,78 ppm. Kandungan Tertinggi CH<sub>4</sub> yaitu 45845,25 ppm pada 7 L/menit. Kondisi terbaik penelitian ini pada variabel aliran kecepatan 7 L/menit dengan kandungan CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> sebesar 45845,25 ppm dan 2967 ppm

**Kata kunci:** purifikasi, biogas, zeolit, KOH, NaOH

### ABSTRACT

Fossil fuel reserves are increasingly depleting and non-renewable. The choice of utilizing alternative energy sources that are renewable and environmentally friendly is a very smart thing to do. Biogas is a renewable energy and is environmentally friendly and inexpensive. The element CO<sub>2</sub> can interfere with the combustion process. To increase the quality of biogas, it is possible to reduce the interfering CO<sub>2</sub> element in the process. Purification is one way to purify the CO<sub>2</sub> content of biogas. Burning. In this study, biogas purification was carried out by absorbing carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) using zeolite which was activated by heat treatment of 300°C and Potassium Hydroxide (KOH) and Sodium Hydroxide (NaOH) solution, namely by varying the flow rate of biogas entering the purifier. The test was carried out on 4 variables, namely non-purified biogas, at a rate of 3 l/m, a rate of 5 l/m, and a rate of 7 l/m. Based on this study, the results obtained, the greater the flow rate of biogas, the lower the CO<sub>2</sub> content and the higher the CH<sub>4</sub> content. The lowest CO<sub>2</sub> content at variabel 5 L/minute was 2952.78 ppm. The highest content of CH<sub>4</sub> is 45845.25 ppm at 7 L/minute. The best condition of this research is the flow speed variable of 7 L/min with CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> content of 45845.25 ppm and 2967 ppm.

**Keywords:** purification, biogas, zeolite, KOH, NaOH

## PENDAHULUAN

Cadangan bahan bakar fosil semakin lama semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui (Majedi, Susanto, and Munarwan 2019). Pilihan memanfaatkan sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan hal cerdas yang sangat perlu dilakukan (Prayugi, Sumarlan, and Yulianingsih 2015). Biogas dan bioethanol mampu menjadi energy alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil (Yudistirani et al. 2019). Biogas adalah *renewable energy* dan ramah lingkungan dan murah. Biogas umumnya terdiri dari: *Methane* ( $\text{CH}_4$ ) = 55-75%, *Carbon dioxide* ( $\text{CO}_2$ ) = 25-45%, *Carbon monoxide* ( $\text{CO}$ ) = 0-0,3%. *Nitrogen* ( $\text{N}$ ) = 1-5%. *Hydroge* ( $\text{H}_2$ ) = 0-3%, *Hydrogen sulfide* ( $\text{H}_2\text{S}$ ) = 0,1-0,5%, *Oxygen* ( $\text{O}_2$ ) = sisanya (Suyitno, Sujono, and Dharmanto 2010).

Dari komposisi biogas, unsur  $\text{CO}_2$  menempati urutan nomer 2 setelah gas metan ( $\text{CH}_4$ ). Unsur  $\text{CO}_2$  dapat mengganggu dalam proses pembakaran. Untuk menaikkan kualitas biogas dapat dengan cara menurunkan unsur  $\text{CO}_2$  yang mengganggu dalam proses Pembakaran. (Sutanto et al. 2017).

Dari beberapa penelitian tetang pemurnian biogas antara lain: Dengan proses pemurnian dengan zeolit alam yang telah diaktivasi menggunakan KOH dapat menurunkan kadar  $\text{CO}_2$  (Hamidi, Wardana, and Widhiyanuriyawan 2011); Pemurnian biogas dari kandungan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dengan NaOH, ( $\text{CuSO}_4$ ), Fe ( $\text{SO}_4$ ), dalam *packed column* secara kontinyu dapat mengurangi kadar  $\text{H}_2\text{S}$  (Aditya et al. 2012); Pemurnian biogas dengan sistem berlapis menggunakan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , zeolit sintetik dan zeolit alam (Dienullah, Tira, and Padang 2018); Pemurnian biogas melalui kolom beradsorben karbon aktif (Iriani and Heryadi 2014); Pemurnian produk biogas dengan metode absorpsi menggunakan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Nadliriyah and Triwikantoro 2014); Pemurnian biogas untuk meningkatkan nilai kalor melalui adsorpsi dua tahap susunan seri dengan media karbon aktif (Supriyanti 2018); Studi tekno-ekonomi pemurnian biogas dari limbah domestik (P, Fahrurrozi, and Hidayat 2014); Peningkatan gas metana dan nilai kalori bahan bakar biogas melalui proses pemurnian

dengan metode tiga lapis adsorpsi bahan padat (Fahriansyah, Sriharti, and Andrianto 2019),

Dari penelitian sebelumnya, belum ada yang meneliti dengan menggabungkan antara zeolit, KOH, dan NaOH dengan 2 tingkat alat purifikasi..

Dengan adanya problem ini penulis mencoba melakukan riset tentang purifikasi biogas berbasis *absorbent* zeolit diaktivasi KOH, dan NAOH terhadap kualitas biogas. Dalam penelitian ini dilakukan pemurnian biogas dengan menyerap karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) menggunakan zeolit yang diaktifasi dengan perlakuan panas  $300^\circ\text{C}$  dan Kalium Hidroksida (KOH) serta larutan Natrium Hidroksida (NaOH) yaitu dengan variasi laju aliran biogas yang masuk ke *purifier*. Pengujian dilakukan pada 4 variabel yaitu biogas non purifikasi, dengan laju 3 l/m, laju 5 l/m, laju 7 l/m. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil purifikasi terhadap kualitas biogas melalui dua alat *purifier*.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

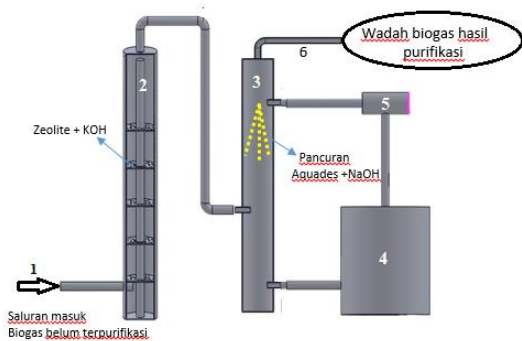
Bahan yang digunakan adalah biogas dari kotoran sapi. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah alat purifikasi kontinyu menggunakan zeolit yang diaktifasi dengan perlakuan panas  $300^\circ\text{C}$  dan Kalium Hidroksida (KOH) serta larutan Natrium Hidroksida (NaOH).

### Prosedur Pengujian

#### Pengujian penurunan kadar $\text{CO}_2$

Penelitian purifikasi biogas dengan alat purifikasi dilakukan pada instalasi eksperimen (Gambar 1). Sebelum pengujian purifikasi, dilakukan persiapan sebagai berikut: zeolit dengan berat 750 gr diaktivasi dengan proses pemanasan hingga suhu  $300^\circ\text{C}$ . Campur zeolit dengan KOH dengan berat KOH 15% dari berat zeolit. Setiap lapisan berat zeolit 150gr dan KOH 22.5gr. Masukkan campuran zeolit dan KOH kedalam *purifier* 1 dengan 5 lapis. Untuk *purifier* 2 dimasukkan campuran Air Aquades 1 Liter dengan NaOH 30% dari berat air. Proses Pengujian: Atur aliran gas dengan variasi laju aliran 3 L/menit, 5 L/menit, 7 L/menit. Pengujian purifikasi pada setiap laju aliran selama 15 menit. Hasil biogas purifikasi

dimasukkan wadah untuk dites kandungan  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$ .



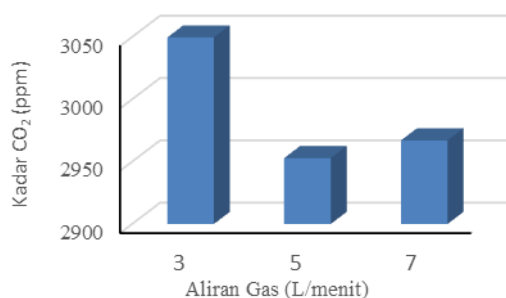
**Gambar 1.** Instalasi Purifikasi

Keterangan gambar:

1. Pipa inlet Purifier 1
2. Purifier 1
3. Purifier 2
4. Bak penampung cairan NaOH dan aquades
5. Water pump 12 volt DC
6. Pipa Outlet purifier 2

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Variasi Aliran Biogas Terhadap Kadar $\text{CO}_2$



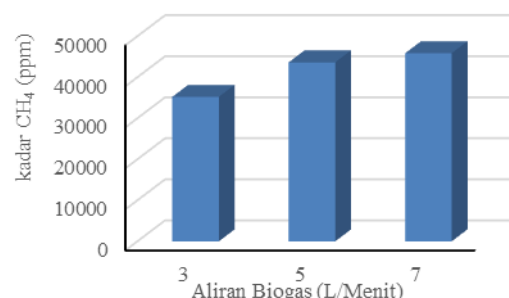
**Gambar 2.** Grafik Kadar  $\text{CO}_2$  dengan Variasi Aliran Masuk Biogas

Gambar 2 merupakan gambar pengaruh aliran masuk terhadap Kadar  $\text{CO}_2$ . Dari gambar 2 menunjukkan dengan bertambah kecepatan aliran biogas maka kadar  $\text{CO}_2$  menurun. Kadar  $\text{CO}_2$  3049,51 ppm pada 3 L/menit menjadi 2952,78 ppm pada 5 L/menit atau turun 3,17 % dan 2967 ppm pada 7 L/menit atau turun 2,7 %. Pada penelitian ini, purifier 1 terdiri 5 lapis/tingkat dengan setiap lapis berisi zeolit diaktivasi dengan proses pemanasan hingga suhu  $300^\circ\text{C}$ . Campur zeolit dengan KOH dengan berat KOH 15% dari berat zeolit. Hal ini sesuai hasil penelitian Nurkholis Hamidi dkk (Hamidi, Wardana, and Widhiyanuriyawan 2011). Zeolit ditambah KOH dapat menyerap zat pengotor pada biogas

(Sriharti 1989). Pada purifier 2 dimasukkan campuran air aquades 1 Liter dengan NaOH 30% dari berat air. Pada purifier kedua ini juga dapat menyerap gas  $\text{CO}_2$ . Sesuai dengan penelitian (Maarif et al. 2009), Gas  $\text{CO}_2$  dalam biogas dapat terjadi reaksi kimia dengan mengikat gas  $\text{CO}_2$  bila biogas tersebut diberi larutan NaOH. Persamaan reaksi yang terjadi :



### Pengaruh Variasi Aliran Biogas terhadap Kadar $\text{CH}_4$

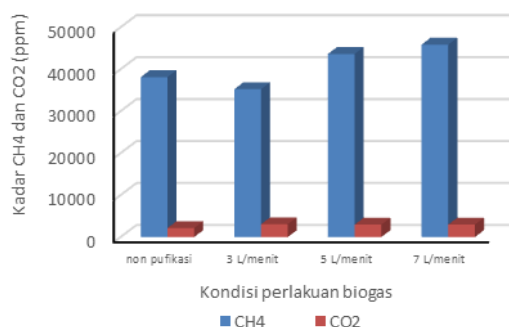


**Gambar 3.** Grafik Kadar  $\text{CH}_4$  dengan Variasi Aliran Masuk Biogas

Gambar 3 menunjukkan dengan bertambah kecepatan aliran biogas maka semakin tinggi kadar  $\text{CH}_4$ . Kadar  $\text{CH}_4$  35221,13 ppm pada 3 L/menit menjadi 43632,2 ppm pada 5 L/menit atau naik 23,9% % dan 45845,25 ppm pada 7 L/menit atau naik 30,1 %. Dengan semakin banyaknya  $\text{CO}_2$  yang bereaksi dengan NaOH maka perbandingan konsentrasi  $\text{CH}_4$  dengan  $\text{CO}_2$  menjadi lebih besar untuk konsentrasi  $\text{CH}_4$  (Maarif et al. 2009).

### Pengaruh Variasi Aliran Biogas terhadap Kadar $\text{CH}_4$ dan $\text{CO}_2$

Gambar 4 menunjukkan pada aliran biogas 7 L/menit mempunyai kandungan  $\text{CH}_4$  paling tinggi dibanding dengan perlakuan lain. Sementara kandungan  $\text{CO}_2$  kecil dibanding aliran 3 L/menit. Penelitian ini memberikan yang paling baik pada kondisi aliran 7 l/menit. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa alat purifier ini dapat menyaring kandungan gas kotor yang ada pada biogas dan meningkatkan kandungan  $\text{CH}_4$  pada biogas.



**Gambar 4.** Perbandingan CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> pada Berbagai Kondisi Perlakuan pada Biogas

## KESIMPULAN

Semakin besar kecepatan aliran biogas maka kandungan CO<sub>2</sub> semakin kecil Dan kandungan CH<sub>4</sub> semakin meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

Aditya, Kusuma, Aditya Pricilia Melisa, Agus Hadiyanto, Jurusan Teknik, Kimia Fakultas, Teknik Universitas, Diponegoro Semarang, and Jl Prof. 2012. "Pemurnian Biogas Dari Kandungan Hidrogen Sulfida." *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri* 1 (1): 389–95.

Dienullah, Muhammad, Hendry Sakke Tira, and Yesung Allo Padang. 2018. "Pemurnian Biogas Dengan Sistem Berlapis Menggunakan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Zeolit Sintetik Dan Zeolit Alam." *Poros* 15 (1): 1. <https://doi.org/10.24912/poros.v15i1.1249>.

Fahriansyah, Fahriansyah, Sriharti Sriharti, and Moeso Andrianto. 2019. "Peningkatan Gas Metana Dan Nilai Kalori Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Metode Tiga Lapis Adsorpsi Bahan Padat." *Jurnal Riset Teknologi Industri* 13 (2): 182. <https://doi.org/10.26578/jrti.v13i2.5328>.

Hamidi, Nurkholis, I N G Wardana, and Denny Widhiyanuriyawan. 2011. "Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Biogas Melalui Proses Pemurnian Dengan Zeolit Alam." *Rekayasa Mesin* 2 (3): 227–31.

Iriani, Purwinda, and Ari Heryadi. 2014. "Pemurnian Biogas Melalui Kolom Beradsorben Karbon Aktif." *Sigma-Mu Politeknik Negeri Bandung* 6 (2): 36–42.

Maarif, Fuad, L C Januar, Jurusan Teknik

Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang, Jl Prof, Soedarto Semarang, and Telp Fax. 2009. "Absorpsi Gas Karbondioksida ( CO<sub>2</sub> ) Dalam Biogas Dengan Larutan NaOH Secara Kontinyu." *Jurnal Teknik Kimia* 6 (2): 2–6.

Majedi, Farid, Fredy Susanto, and Edi Munarwan. 2019. "Perubahan Kuantitas Dan Nilai Kalor Char Dengan Variasi Temperatur Pada Pirolisis Limbah Brem." *Jurnal Teknologi* 11 (2): 91–96.

Nadliriyah, Naqibatun, and Triwikantoro. 2014. "Pemurnian Produk Biogas Dengan Metode Absorpsi." *Jurnal Sains Dan Seni Pomits* 3 (2): 107–11.

P, Akhwari Wahyu, Moh Fahrurrozi, and Muslikhin Hidayat. 2014. "Studi Tekno-Ekonomi Pemurnian Biogas Dari Limbah Domestik." *Jurnal Rekayasa Proses* 6 (2): 43–50. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.4695>.

Prayugi, Ginanjar Eko, Sumardi Hadi Sumarlan, and Rini Yulianingsih. 2015. "Pemurnian Biogas Dengan Sistem Pengembunan Dan Penyaringan Menggunakan Beberapa Bahan Media The Biogas Purification by Condensation and Filtering System Using Several Materials." *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem* 3 (1): 7–14.

Sriharti, Sriharti. 1989. "19041-37992-1-SM.Pdf." *Agritech* 9 (2): 2–15.

Supriyanti, Yanti. 2018. "Pemurnian Biogas Untuk Meningkatkan Nilai Kalor Melalui Adsorpsi Dua Tahap Susunan Seri Dengan Media Karbon Aktif." *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika* 4 (2): 185. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v4i2.185>.

Sutanto, Rudy, Kusuma Wardani, Arif Mulyanto, Nurchayati Nurchayati, Pandri Pandiatmi, Achmad Zainuri, and Sinarep Sinarep. 2017. "Analisis Pemakaian Bahan Bakar Biogas Termurnikan Pada Unjuk Kerja Motor Bakar." *Dinamika Teknik Mesin* 7 (1): 1–6. <https://doi.org/10.29303/d.v7i1.1>.

Suyitno, Agus Sujono, and Dharmanto. 2010. "Teknologi Biogas Pembuatan, Operasional, Dan Pemanfaatan." *Graha Ilmu* 1: 107.

Yudistirani, Sri Anastasia, Kisman H Mahmud, Frisca Amalia Ummay, and Anwar Ilmar Ramadhan. 2019. "Analisa Performa Mesin Motor 4 Langkah 110Cc Dengan Menggunakan Campuran Bioetanol-Pertamax." *Jurnal Teknologi* 11 (1): 85–90.

