PEMISAHAN GAS CO₂ BIOGAS MENGGUNAKAN ALAT *WATER SCRUBBER* DENGAN VARIASI LAJU ALIR DAN TEKANAN BIOGAS

Tina Mulya Gantina, Kartono, Maridjo dan Arief ardiansyah

Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Geger Kalong Hilir, Ciwaruga, Bandung
e-mail: tinapolban@yahoo.co.id

Abstract

Biogas is produced from fermentation of organic materials such as domestic waste and manure from animal husbandary. To increase the quality of biogas as a fuel, it has to be followed by the the increasing of CH₄ concentration. It could be done with seperating CH₄ from other gases such as CO₂. One of separation methode is using a water scrubber with water act as medium which as CO₂ is more soluabe to water than CH₄. The result showed that CO₂ absorption was increased followed by the increasing of the pressure and the biogas flow rate. The percentage of CO₂ absorption at 2,5 m³/hour of biogas flow rate and 8 bar was 4,6 %, meanwhile it was 11,1 % at 10 bar. In the other side, there was 9,5% of CH₄ increasing at 10 bar. Therefore, CO₂ separation from biogas using water scrubber at 10 bar is better than at 8 bar.

Keywords : water scrubber, CO₂ separation, biogas, water absorber.

PENDAHULUAN

Pada beberapa tahun terakhir ini, permasalahan energi terutama di Indonesia merupakan permasalahan yang cukup krusial. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh makin meningkatnya jumlah penduduk, melambungnya harga bahan bakar minyak dan makin menipisnya sumber minyak bumi, telah memaksa masyarakat untuk mencari energi alternatif lain sebagai pengganti bahan bakar minyak.

Biogas merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang bersifat ramah lingkungan dengan komponen utama gas metana (CH₄) yang dihasilkan dari proses degradasi bahan organik seperti kotoran hewan, sisa makanan dan sampah organik, sehingga biogas dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak yang dapat mengatasi permasalahan energi saat ini. Di samping itu, teknologi pembuatan biogas termasuk teknologi yang cukup murah. Tetapi, biogas yang dihasilkan langsung dari proses degradasi kotoran hewan dalam kondisi yang optimal memiliki kandungan metan (CH₄) yang tidak terlalu tinggi atau hanya sekitar 60-70%, sisanya adalah gas CO₂ (30-40%) dan gas pengotor lainnya seperti O₂, N₂ dan H₂S dalam jumlah kecil. Oleh karena itu, untuk lebih meningkatkan kualitas biogas sebagai bahan

bakar, diperlukan suatu metoda untuk lebih meningkatkan kandungan gas metana dalam biogas.

Salah satu metoda yang digunakan untuk proses peningkatan kandungan gas metana dalam biogas adalah *water scrubber* dengan media air sebagai penyerap gas CO₂, karena gas CO₂ bersifat lebih larut dalam air dibandingkan gas metana. Prinsip kerja dari *water scrubber* yaitu dengan menggunakan aliran berlawanan (*counter flow*) dimana biogas dialirkan dari arah bawah ke atas sedangkan air di alirkan dari arah atas ke bawah. Diharapkan CO₂ yang terserap air akan terbawa ke bawah bersama-sama aliran air sedangkan gas metana akan naik ke bagian atas. Berdasarkan hal-hal tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan pengujian penyerapan gas CO₂ biogas menggunakan alat *water scrubber* dengan variasi laju alir dan tekanan biogas sehingga dihasilkan kandungan gas metana yang lebih tinggi.

METODOLOGI

Bahan dan alat yang digunakan

1. Biogas sebanyak 3m³ pada tekanan 1 bar.
2. Air pengumpan.
3. Satu set water scrubber, kapasitas 10 m³;
4. Termometer;
5. Pressure gauge;
6. Flow meter.

Tahap-tahap Penelitian

a. Sampel biogas

Biogas yang digunakan dalam pengujian ini diambil dari biodigester peternakan sapi di daerah Cilengkrang-Ujung Berung yang dikembangkan oleh LIPI.

b. Pengujian Komposisi Biogas

Komposisi biogas terutama kandungan CO_2 dan CH_4 nya sebelum dan setelah melewati *water scrubber*, diuji di laboratorium Instrumentasi Departemen Teknik Kimia ITB (Labtek X) dengan menggunakan alat *gas chromatography*.

c. Penampungan Biogas

Biogas yang akan dipakai untuk proses pemisahan CO_2 dengan menggunakan alat *water scrubber* terlebih dahulu ditampung di dalam tabung penampung.

d. Pengujian Pemisahan CO_2 Biogas

Pengujian pemisahan CO_2 biogas atau pemurnian gas CH_4 biogas dilakukan dengan cara mengumpalkan air pada bagian atas menara *water scrubber* pada tekanan dan laju alir tertentu, sementara itu biogas dialirkan pada bagian bawah kolom (menara *water scrubber*). Gas dan cairan akan saling kontak dan terjadi reaksi kimia. Jumlah CO_2 yang terserap akan dianalisa dengan menggunakan alat *Gas Chromatograf*. Laju aliran air sistem diukur dengan menggunakan *flow meter* yang telah dikalibrasi yang terletak pada keluaran pompa. Alat ukur laju aliran gas terletak pada keluaran kompresor dimana indikatornya terletak pada kotak panel. Untuk tekanan masuk diukur dengan menggunakan *pressure gauge* pada keluaran kompresor. Sedangkan *pressure gauge* pada bagian atas *scrubber* digunakan untuk melihat tekanan pada *scrubber*.

Gambar 1. Proses Pemisahan CO_2 Biogas dengan *water scrubber*

Parameter pengujian

Laju aliran air sebesar $1,8 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tekanan konstan: 10 bar dan 8 bar.

Temperatur lingkungan: 25°C .

Laju aliran gas: $1 \text{ m}^3/\text{h}$; $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$; $2 \text{ m}^3/\text{h}$; $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh laju alir biogas terhadap kandungan CO_2 dan persen penyerapan CO_2

Berdasarkan data hasil pengujian diperoleh grafik hubungan kandungan CO_2 sebelum dan sesudah melewati *water scrubber* pada tekanan biogas 8 bar dan 10 bar, seperti Gambar 2.a dan 2.b, serta grafik persen penyerapan gas CO_2 pada tekanan biogas 8 dan 10 bar dengan alat *water scrubber* tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Tekanan 8 bar

Tekanan 10 bar

Gambar 2. Hubungan laju aliran biogas terhadap kandungan CO_2 pada tekanan 8 bar dan 10 bar

Gambar 3. Penyerapan CO₂ terhadap laju aliran biogas pada tekanan 8 dan 10 bar

Pada Gambar 2.a dan 2.b terlihat bahwa makin besar laju alir biogas baik pada tekanan biogas 8 bar maupun 10 bar maka kandungan CO₂ biogas setelah pemisahan makin berkurang. Pada kedua gambar tersebut juga terlihat bahwa pada biogas dengan kandungan gas CO₂ awal yang sama yaitu 42,7%, maka setelah melalui proses pemisahan pada tekanan 8 bar dengan laju alir biogas paling besar yaitu 2,5 m³/jam, kandungan gas CO₂ menjadi 38,1 % sedangkan pada tekanan 10 bar menjadi 31,7%. Dari data tersebut terlihat bahwa selisih kandungan CO₂ sebelum dan setelah pemisahan pada tekanan 8 bar lebih kecil dibandingkan pada 10 bar. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pemisahan CO₂ biogas dengan alat water scrubber pada tekanan 10 bar lebih baik dan menghasilkan pemisahan CO₂ yang lebih tinggi dibandingkan pada 8 bar.

Hal ini juga didukung dengan nilai persen penyerapan kandungan CO₂ pada Gambar 3, dengan tekanan 10 bar menunjukkan persen penyerapan yang lebih besar dibandingkan pada 8 bar. Persen penyerapan CO₂ pada laju aliran biogas yang paling besar yaitu 2,5 m³/jam adalah sebesar 11,1% untuk tekanan biogas 10 bar dan hanya 4,6% untuk tekanan biogas 8 bar. Hal tersebut terjadi karena dengan semakin besarnya tekanan dan laju aliran biogas akan menghasilkan gaya gesek yang semakin besar sehingga lebih memudahkan air untuk menyerap/memisahkan CO₂ dalam biogas. Pengaruh laju alir biogas terhadap kandungan CH₄ dan persen peningkatan CH₄

Hubungan kandungan CH₄ sebelum dan sesudah melewati alat water scrubber pada tekanan biogas 8 bar dan 10 bar ditunjukkan pada Gambar 4.a dan 4.b, serta grafik hubungan persen peningkatan gas CH₄ pada tekanan biogas

8 dan 10 bar dengan alat water scrubber tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.

tekanan 8 bar

tekanan 10 bar

Gambar 4. Hubungan laju aliran biogas terhadap kandungan CH₄ pada tekanan 8 bar dan 10 bar

Gambar 5. Hubungan laju aliran biogas terhadap persen peningkatan CH₄ pada tekanan 8 dan 10 bar

Pada Gambar 4.a dan 4.b terlihat bahwa makin besar laju alir biogas baik pada tekanan biogas 8 bar maupun 10 bar maka kandungan CH₄ biogas setelah pemisahan makin meningkat. Pada kedua gambar tersebut juga terlihat bahwa pada biogas dengan kandungan gas CH₄ awal yang sama yaitu 19,3%, maka setelah melalui proses pemisahan pada tekanan 8 bar dengan laju alir biogas paling besar yaitu 2,5 m³/jam, kandungan

gas CH_4 menjadi 23,1 %, sedangkan pada tekanan 10 bar menjadi 28,6 %. Dari data tersebut terlihat bahwa selisih kandungan CH_4 sebelum dan setelah pemisahan pada tekanan 8 bar lebih kecil dibandingkan pada 10 bar. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa peningkatan CH_4 biogas dengan alat water scrubber pada tekanan 10 bar lebih baik dan menghasilkan kandungan CH_4 yang lebih tinggi dibandingkan pada 8 bar.

Persen peningkatan CH_4 pada laju aliran biogas yang paling besar yaitu 2,5 m³/jam adalah sebesar 9,5 % untuk tekanan biogas 10 bar dan hanya 3,8 % untuk tekanan biogas 8 bar. Hal tersebut terjadi karena dengan semakin besarnya tekanan dan laju aliran biogas akan menghasilkan gaya gesek yang semakin besar sehingga lebih memudahkan air untuk menyerap/memisahkan CO_2 sehingga kandungan CH_4 dalam biogas akan meningkat.

Pada hasil penelitian ini juga terlihat bahwa media air berperan sebagai media pemisah/penyerap gas CO_2 dalam biogas sehingga konsentrasi gas CH_4 dalam biogas dapat menjadi lebih tinggi (lebih murni), karena gas CO_2 lebih mudah larut dengan air dibandingkan dengan gas metan (CH_4).

KESIMPULAN

Pada biogas dengan kandungan awal CO_2 sebesar 42,7% dan kandungan CH_4 sebesar 19,3%, setelah dilakukan proses pemisahan dengan alat *water scrubber* pada laju alir biogas 2,5 m³/jam, maka kandungan gas CO_2 pada tekanan 8 bar berkurang menjadi 38,1 % sedangkan pada tekanan 10 bar menjadi 31,7%. Kandungan CH_4 meningkat menjadi 23,1% pada tekanan 8 bar dan menjadi 28,6% pada tekanan 10 bar.

Persen penyerapan CO_2 pada laju aliran biogas 2,5 m³/jam adalah sebesar 11,1% pada tekanan biogas 10 bar dan hanya 4,6% pada tekanan biogas 8 bar. Sedangkan kandungan CH_4 terjadi peningkatan sebesar 3,8% pada tekanan biogas 8 bar dan sebesar 9,5% pada tekanan 10 bar. Dengan kata lain, pada laju aliran air yang sama dengan makin besarnya tekanan dan laju aliran biogas maka penyerapan CO_2 makin besar. Hal ini dikarenakan gaya gesek yang dihasilkan oleh air dan gas makin besar sehingga akan lebih

memudahkan air untuk menyerap/memisahkan CO_2 dalam biogas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bajracharya Tri Ratna. 2007, *Purification And Compression of Biogas: a Research Experience*, Journal of the Institute of Engineering, Vol. 7, No. 1, pp. 1-9.
2. Ofori-Boateng and E.M. Kwofie. 2009, *Water Scrubbing: A Better Option for Biogas Purification for Effective Storage*, World Applied Sciences Journal 5, hal. 122-125.
3. Deublein. D and Steinhauser. A. 2008, *Biogas from Waste and Renewable Resources*, Germany.
4. Fuad Maarif dan Januar Arif, F. 2004, *Absorpsi Gas Karbondioksida (CO_2) dalam Biogas dengan Larutan NaOH secara Kontinyu*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.
5. Kartohardjono. S, Sari. M, dan Yuliusman. 2009, *Absorpsi CO_2 Melalui Kontaktor Membran Serat berongga Menggunakan Pelarut Air Dan Larutan 0.01 M NaOH*, Depok.
6. Nozic. M. 2006, *Removal of carbon dioxide from biogas*, Department of Chemical Engineering, Lund University, Sweden.
7. Petterson. A dan Wellinger. A. 2007, *Biogas Upgrading Technologies, Development, And Innovations*, IEA bioenergy, Sweden.
8. S. Kartohardjono, Eva F. Karamah, Z. Ahmad dan Distria R. 2009, *Asborpsi CO_2 Melalui Kontaktor Membran Serat Berongga*, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
9. Wellinger. A. 2007, *Biogas Upgrading*, IEA bioenergy, Sweden.
10. Virendra K. Vijay1, Ram Chandral, Parchuri M. V. Subbarao and Shyam S. Kapdi. 2006, *"Biogas Purification and Bottling into CNG Cylinders: Producing Bio-CNG from Biomass for Rural Automotive Applications"*, The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment", Bangkok, Thailand