

Kaji eksperimental penyimpanan biogas dengan adsorben karbon aktif komersial

Dewa Made Antara Putra, Made Sucipta dan Hendra Wijaksana

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali

Abstrak

Biogas sebagai energi alternatif dapat digunakan sebagai bahan bakar. Saat ini masyarakat memanfaatkan biogas yang dihasilkan simantri menggunakan kantong plastik namun memiliki efisiensi penyimpanan yang rendah. Salah satu cara untuk meningkatkan penyimpanan biogas adalah menggunakan teknologi ANG (Adsorbed Natural Gas) dengan diisi karbon aktif sebagai adsorben. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan penyimpanan biogas yang diisi karbon aktif komersial berbahan dasar bambu yang beredar di pasaran. Karbon aktif yang digunakan melalui proses ditumbuk dan dilakukan pengayakan dengan ukuran mesh 70-230. Pengujian penyimpanan biogas dilakukan sampai tekanan tabung mencapai 100 psi dan massa karbon aktif 15 gram. Sebagai pembandingan pengujian juga dilakukan pada tabung kosong tanpa diisi karbon aktif. Pada tabung kosong massa biogas yang tersimpan pada tekanan 100 psi hanya 30,8 gram sedangkan pada tabung isi karbon aktif tekanan yang sama dapat menyimpan 32,1 gram.

Kata Kunci: Penyimpanan biogas, karbon aktif, ANG

Abstract

Biogas as an alternative energy can be used as fuel. Currently, the society uses biogas produced by Simantri using plastic bags but has low storage efficiency. One way to increase biogas storage is to use ANG (Adsorbed Natural Gas) technology filled with activated carbon as an adsorbent. The main objective of this study was to determine the storage capacity of biogas filled with commercial activated carbon made from bamboo on the market. The activated carbon used is ground and sieved with a mesh size of 70-230. The biogas storage test was carried out until the tube pressure reached 100 psi and the mass of activated carbon was 15 grams. As a comparison, the test was also carried out on empty tubes without activated carbon. In an empty cylinder, the mass of biogas stored at a pressure of 100 psi is only 30.8 grams, while in a tube filled with activated carbon, the same pressure can store 32.1 grams.

Keyword: Biogas storage, activated carbon, ANG

1. Pendahuluan

Energi saat ini telah menjadi kebutuhan dasar manusia dalam menjalankan kehidupan sehari-hari. Di Indonesia sumber energi yang banyak digunakan saat ini yaitu bahan bakar fosil yang memiliki jumlah yang terbatas, sehingga mengharuskan untuk mencari sumber energi alternatif atau energi terbarukan seperti biogas [1]. Saat ini biogas yang dikembangkan oleh simantri, penggunaannya masih terbatas pada lokasi tangki penyimpanan (digester). Dalam rumah tangga masyarakat menggunakan biogas dengan disimpan dalam kantong plastik. Dengan menggunakan kantong plastik penyimpanan pada tekanan normal akan menghasilkan masa penyimpanan yang sedikit. Salah satu cara meningkatkan penyimpanan biogas adalah menggunakan teknologi ANG (*Adsorbed Natural Gas*) [2]. Dengan teknologi ANG ini, tabung penyimpanan biogas dapat diisi material berongga yang mempunyai luas permukaan lebih besar dibandingkan volumenya. Salah satu material yang dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyimpan biogas adalah karbon aktif

Komposisi karbon aktif sebagian besar terdiri dari karbon yaitu sampai 87-97% dengan zat sisanya dapat berupa hydrogen, oksigen, nitrogen, sulfur dan

zat lainnya yang dihasilkan pada saat proses pembuatan [3]. Pembuatan karbon aktif melalui dua proses yaitu tahap karbonisasi dan tahap aktivasi. Karbonisasi adalah proses pembakaran untuk menghasilkan arang/karbon. Proses aktivasi karbon aktif bertujuan untuk menambah diameter pori-pori, meningkatkan volume pori dan porositas karbon aktif. Dengan luasnya permukaan yang dimiliki karbon aktif memiliki daya serap yang baik terhadap biogas.

Salah satu material organik penghasil karbon aktif adalah bambu karena memiliki porositas dan permukaan yang luas. Penelitian terbaru dari Sucipta, 2023 menunjukkan bahwa karbon aktif bambu juga dapat dimanfaatkan dalam respirator. Desain tersebut mengkombinasikan prefilter N95 dengan karbon aktif sebagai kombinasi filtrasi yang hasilnya menunjukkan sistem kombinasi ini dapat menyaring partikel kecil [4]. Selain pemanfaatan bambu sebagai karbon aktif dapat juga digunakan sebagai sumber energi untuk penerapan lainnya misalnya bahan bakar [5]

Dalam hal ini maka pengujian ini akan mengkaji permasalahan, yaitu bagaimana kemampuan penyimpanan biogas setelah ditambahkan karbon aktif komersial jika dibandingkan dengan tabung kosong. Untuk

membatasi penelitian akan ditetapkan batasan yaitu penelitian menggunakan karbon aktif komersial berbahan dasar bambu, menggunakan biogas yang sama dalam pengujian serta tekanan penyimpanan terukur sampai dengan 100 psi.

2. Dasar Teori

2.1 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah salah satu adsorben yang saat ini banyak digunakan untuk proses adsorpsi. Hal ini dapat terjadi karena karbon aktif memiliki daya adsorpsi dan luas permukaan dari karbon aktif lebih baik dibandingkan penyerap lainnya [6]. Karbon aktif yang bagus umumnya memiliki luas area permukaan yang besar karena semakin besar luas permukaan maka daya adsorpsinya juga akan besar. Komposisi karbon aktif sebagian besar terdiri dari karbon yaitu sampai 87-97% dengan zat sisanya dapat berupa hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur dan zat lainnya yang dihasilkan pada saat proses pembuatan [3].



Gambar 1. Karbon Aktif

Sifat karbon aktif umumnya berkaitan dengan adsorpsi, bentuk pori, struktur pori dan gugus fungsi. Sifat adsorpsi karbon aktif bergantung dari porositas permukaan, tetapi industri saat ini lebih memperhatikan pada sifat adsorpsi daripada struktur pori. Bentuk pori-pori karbon aktif dapat berbentuk silinder, persegi panjang ataupun tidak beraturan. Gugus fungsi ini terbentuk saat proses aktivasi karbon aktif, karena adanya interaksi di permukaan karbon yang bereaksi dengan atom lainnya seperti oksigen dan nitrogen, yang dapat berasal dari suatu perlakuan ataupun dari lingkungan

2.2 Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses fermentasi (pembusukan) bahan organik oleh bakteri anaerob. Bahan organik adalah bahan yang bisa terurai kembali menjadi tanah seperti sampah biomassa dan kotoran ternak (sapi, kambing, babi dan ayam) [7]. Biogas dapat dimanfaatkan dalam rumah tangga seperti memasak menggunakan kompor biogas. Dalam skala yang lebih luas, biogas juga dapat dikombinasikan dengan genset sebagai bahan bakar pembangkit tenaga listrik.

Biogas dalam komposisinya paling banyak mengandung gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2), dan berbagai kandungan senyawa lain dengan jumlah kecil seperti hidrogen sulfida (H_2S), hidrogen (H_2), ammonia (NH_3), serta oksigen (O_2) Adapun komposisi biogas secara umum dijelaskan seperti Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi Biogas [8]

Komponen	%Volum
Metana (CH_4)	55-75
Karbon dioksida (CO_2)	25-45
Nitrogen (N_2)	0-0.3
Hidrogen (H_2)	1-5
Hidrogen sulfida (H_2S)	0-3
Oksigen (O_2)	0.1-0.5

Salah satu cara pemurnian biogas dari zat pengotor seperti CO_2 , H_2S dan zat pengotor lainnya adalah dengan adsorpsi pada permukaan. Proses penyerapan ini menggunakan suatu permukaan padatan sebagai media transfer zat terlarut dalam gas yang didorong oleh gaya van der Waals. Adsorben yang digunakan adalah granul dengan luas permukaan yang besar per satuan volume. Karbon aktif, padatan dalam bentuk silika dan sebagainya yang disebut sebagai saringan molekuler digunakan untuk pembersihan gas.

2.3 ANG (Adsorbed Natural Gas)

Adsorbed natural gas (ANG), adalah teknologi penyimpanan gas alam dengan cara diserap oleh adsorben berpori misalnya karbon aktif. Dengan cara ini, penyimpanan dapat berlangsung pada tekanan yang relatif rendah (7-40 bar) dan pada suhu kamar [9]

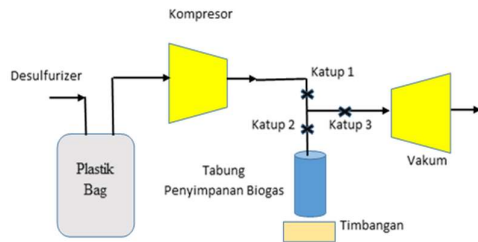
Tangki ANG dapat dengan mudah dibuat dengan dimensi yang dapat disesuaikan, tidak seperti bentuk tabung CNG yang berbentuk silinder dengan tekanan 200-280 bar sebagai media pengangkut bahan bakar gas. Tabung ANG mirip dengan tangki penyimpanan bensin konvensional yang dapat dibuat sesuai spesifikasi penggunaan dan dalam prosesnya tidak mengurangi kapasitas operasional tangki. Dengan metode penyimpanan ANG dapat berpotensi mengurangi potensi pemanasan global karena memerlukan energi yang lebih rendah untuk melakukan kompresi gas pada penyimpanannya, sehingga menghasilkan jumlah gas CO_2 yang lebih sedikit

3. Metode Penelitian

Pengujian penyimpanan ini dilakukan dengan menggunakan bahan biogas, karbon aktif dan tabung penyimpanan yang terbuat dari stainless steel dan sudah dipasang pressure gauge. Karbon aktif komersial yang digunakan berbahan dasar bambu yang sudah diayak dengan ukuran mesh 70-230.

Biogas yang digunakan diperoleh dari desulfurizer oleh simantri Pesalakan, Pejeng Kangin, Gianyar, Bali

Adapun teknik penyimpanan biogas seperti ditunjukkan dalam gambar berikut



Gambar 2 Skema Penyimpanan Biogas

Tahapan dalam penyimpanan biogas yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

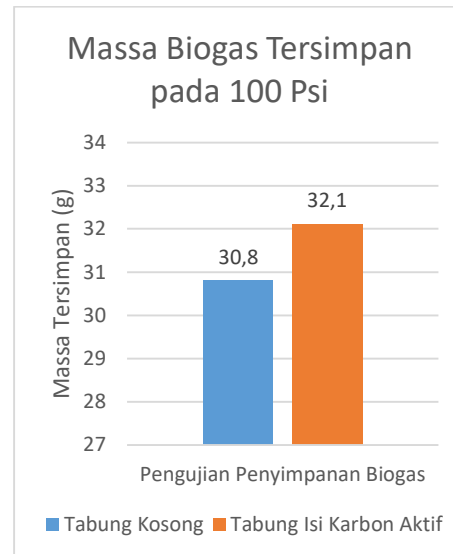
1. Vakum plastik bag kemudian isi dengan biogas
2. Timbang massa tabung stainless steel ketika masih kosong lalu masukan karbon aktif sebanyak 15 gram.
3. Vakum tabung penyimpanan biogas sampai tekanan -20psi
4. Nyalakan kompresor dan biarkan biogas mengalir dari plastic bag ke tabung sampai tekanan didalamnya sebesar 100 psi kemudian tutup katup tabung penyimpanan biogas.
5. Ukur massa tabung yang berisi karbon aktif dan biogas ketika tekanan 100 psi untuk mengetahui massa biogas tersimpan.
6. Buka katup tutup tabung sampai biogas keluar.
7. Setelah mencatat seluruh hasil yang didapatkan, tunjukan dalam bentuk grafik
8. Kesimpulan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Massa Biogas

Massa penyimpanan biogas didapatkan dengan memasukan biogas menggunakan kompresor sampai tekanan dalam tabung biogas mencapai 100 psi. Pengujian dilakukan dengan melakukan penyimpanan biogas pada tabung kosong dan tabung diisi karbon aktif. Penyimpanan biogas pada tabung dilakukan sampai tekanan tabung mencapai 100 psi. Semakin bertambah tekanan maka massa penyimpanan akan semakin bertambah karena semakin besar kerapatan massa yang ada di dalam tabung. Pada tabung kosong massa penyimpanan biogas ketika tekanan 100 psi mencapai 30,8 gram. Pada tabung isi karbon aktif massa pada 100 psi massa biogas nya mencapai 32,1gram. Peningkatkan massa biogas ketika diisi karbon aktif disebabkan karena karbon aktif ikut menyerap biogas. Karbon aktif merupakan partikel yang memiliki pori dan memiliki luas permukaan yang besar sehingga memiliki daya serap. Daya serap karbon aktif ini terjadi karena adanya gas terjebak

atau terikat oleh gaya van der waals yang memberikan energi sehingga biogas dapat menempel di dinding pori-pori karbon aktif. Dengan luasnya pori adsorben maka akan menghasilkan molekul gas yang terserap dan menempel di pori karbon aktif dan akan meningkatkan massa penyimpanan [10]. Berikut merupakan grafik perbandingan massa biogas tersimpan pada tabung kosong dan tabung isi karbon aktif.



Gambar 3. Peningkatan Massa Biogas


5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa terjadi peningkatan massa penyimpanan biogas setelah ditambahkan karbon aktif. Massa penyimpanan biogas pada tabung kosong 30,8 gram dan meningkat menjadi 32,1 gram ketika ditambahkan karbon aktif sebanyak 15 gram.

Daftar Pustaka

- [1]. Setyono, J. S., Mardiansjah, F.H., Astuti, M. F. K., 2019. *Potensi Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan di Kota Semarang*. Jurnal Riptek, Vol.13, no. 2, pp. 177-186
- [2]. Negara, D.N.K.P., Nindhia T.G.T., Surata, I. W., Sucipta M., 2016. *Development and Application of Bamboo Activated Carbons and Their Potency as Adsorbent Material for Adsorbed Natural Gas (ANG)*, Key Engineering Materials, (705), pp. 126 – 130.
- [3]. Sudibandriyo, M., Pan, Z., Fitzgerald, J. E., Robinson, R. L., Gasem, K. A. M., 2003. *Adsorption of Methane, Nitrogen, Carbon Dioxide and their Binary Mixtures on Dry Activated Carbon at 318.2 K and Pressures to*

- 13.6 MPa., Langmuir, Vol.19, no.3, pp. 5323-5331
- [4]. Sucipta, M., Winata, I. M. P. A., Dewi, P. E., Sudarsana, P. B., Larasati M. S. P., 2023. *Development of respirator design for children using bamboo-based activated carbon filter and bipolar ionization.* Alexandria Engineering Journal, pp. 527–547.
- [5]. Sucipta, M., Negara, D.N.K.P., Nindhia T.G.T., Surata, I. W., 2017. *Characteristic of Ampel Bamboo as a Biomass Energy Source Potential in Bali.* Material Science and Engineering, 201 (1), 012032
- [6]. Walas, S. M., 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design.* Washington: Butterworth Heinemann
- [7]. Pertiwiningrum, A., 2015. *Instalasi Biogas.* Yogyakarta: CV. Kolom Cetak
- [8]. Fadli, D., Irsyad, M., Susila, M. D., 2013. *Kaji Eksperimental Sistem Penyimpanan Biogas dengan Metode Perkompresian dan Pendinginan Untuk Menghasilkan Gas Metana (CH₄) Sebagai Pengganti Bahan Bakar Gas LPG.* Jurnal Teknik Mesin Unila, vol.3, no.1
- [9]. Rozi, F., Martin, A., Nasrudin, 2014. *Adsorpsi Ishotermal Hidrogen Pada Karbon Aktif Berbahan Dasar Cangkang Sawit Pada Temperatur 45°C.* Jurnal FTEKNIK, vol.1, no.2.
- [10]. Erawati, E., Fernando, A., 2018. *Pengaruh Jenis Aktivator dan Ukuran Karbon Aktif Terhadap Pembuatan Adsorbent dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon.* Jurnal Integrasi Proses, vol.7, no.2, pp. 58-66.

	Dewa Made Antara Putra telah menyelesaikan pendidikan di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2019 hingga 2023
Bidang penelitian yang diminati adalah topik tentang konversi energi, manajemen energi serta <i>Mechanical, Electrical dan Plumbing</i> gedung.	