

Pengukuran Perbedaan Tekanan Dan Laju Aliran Biogas Pada Pipa Venturi Menggunakan Generator Berbahan Bakar Biogas Untuk Menghasilkan Energi Listrik

Ni Ketut Lasmi*, Alamta Singarimbun, dan Wahyu Srigutomo

Abstrak

Biogas merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat mengatasi kesulitan masyarakat akibat naik turunnya harga BBM karena pencabutan subsidi oleh pemerintah. Energi terbarukan ini bisa segera diaplikasikan ke masyarakat dalam rangka pemenuhan keperluan energi nasional. Biogas merupakan energi alternatif yang dibuat dengan memanfaatkan kotoran sapi melalui proses anaerobik digestion. Sehubungan dengan hal ini, maka salah satu terobosan yang dilakukan dengan membuat alat pencampur biogas dan udara melalui pipa venturi satu fase (mengganti bensin dengan biogas) dengan menggunakan teori dasar mekanika fluida. Agar menghasilkan energi listrik yang baik maka terlebih dahulu diselidiki laju aliran biogas dengan flow meter saat mengalir menuju alat pencampur biogas dan udara untuk menuju ruang bakar. Saat biogas keluar dari alat pencampur menuju ruang bakar, laju alirannya dibuat tetap sehingga menghasilkan perbedaan tekanan antara biogas dan udara. Dengan adanya beda tekanan ini maka terjadi pembakaran biogas sehingga dapat memutar generator listrik (genset) untuk memperoleh konversi energi dari biogas menjadi energi listrik yang dapat diaplikasikan sebagai alat penerangan masa depan.

Kata kunci : Biogas, alat pencampur, konversi energi

Pendahuluan

Merupakan suatu kenyataan bahwa beberapa tahun terakhir ini energi merupakan persoalan yang krusial di Indonesia, khususnya mengenai energi listrik karena ketidak stabilan harga BBM.. Peningkatan permintaan energi listrik disebabkan oleh pertumbuhan penduduk yang sangat pesat [1]. Dengan makin menipisnya cadangan minyak bumi, dan belum meratanya listrik diseluruh pelosok tanah air, maka system penyediaan energi listrik yang dapat memenuhi adalah system konversi energy dengan memanfaatkan sumber daya energy terbarukan [2] salah satu dengan memproduksi biogas pada skala besar dari bahan limbah perkotaan (sampah organik) dan kotoran ternak (sapi) dengan system anaerobic digestion [3] dengan emisi CH₄ yang rendah kurang dari 20%. Sehubungan dengan hal ini, maka salah satu terobosan yang dilakukan membuat alat pencampur biogas dan udara dengan cara mengganti pipa venturi genset dengan pipa venturi baru yang dipasang pada karburator genset sehingga dapat mengatur besar tekanan dan mengukur laju aliran biogas dengan alat flow meter menggunakan teori dasar mekanika fluida. Dengan pembuatan alat ini diharapkan

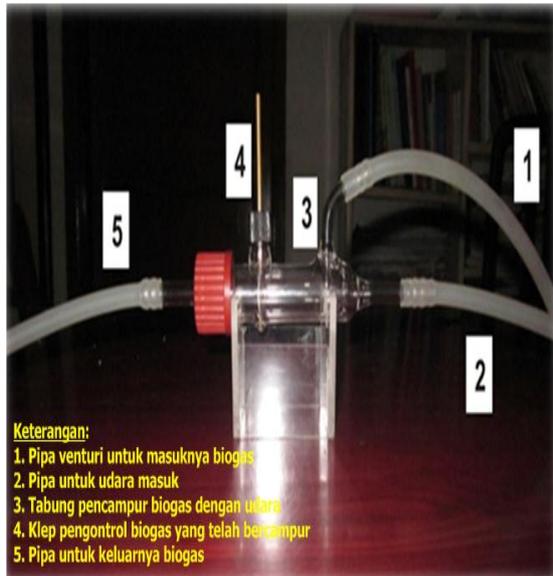
dapat memberi kontribusi nyata pada masyarakat Indonesia.

Teori Dan Metode Penelitian

Biogas mempunyai keunggulan dibandingkan dengan Bahan Bakar Minyak (BBM) yang berasal dari fosil. Sifatnya yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui merupakan keunggulan dari biogas. Untuk memproduksi biogas diperlukan reaktor biogas yang merupakan suatu instalasi yang hampa udara sehingga proses dekomposisi kotoran ternak sapi dapat berjalan optimum, dan dapat mengurangi emisi gas metana (CH₄). Gas utama yang dihasilkan biogas adalah metana (75%), karbon dioksida, dan karbon monoksida [5]. Dari reaktor ini biogas dialirkan ke mesin genset biogas melalui pipa venturi. Akibat adanya perbedaan tekanan antara biogas dan udara, maka biogas ini akan mengalir sampai ke ruang pembakaran yang merupakan sumber energi penggerak generator mesin genset sehingga menghasilkan energi listrik yang dapat diaplikasikan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat. Bagian yang paling berguna dari energi biogas adalah jumlah kalori dalam kandungan CH₄, karena metana merupakan komponen yang paling bernilai dari unsur biogas sebagai bahan bakar. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari

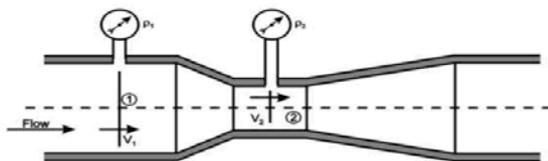
konsentrasi metana (CH₄). Semakin tinggi kandungan metana dalam biogas maka semakin besar kandungan energi (nilai kalor).

Desain model venturimeter



Gambar 1. Desain alat pencampur

Untuk menghitung perbedaan tekanan biogas dan udara digunakan persamaan Bernoulli dan persamaan kontinuitas yaitu :



Gambar 2. Pipa venturi

$$Q_{ideal} = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad (1)$$

$$Q_{ideal} = A_2 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - \beta^4)}} \quad (2)$$

$$\text{dimana } \beta = \frac{D_2}{D_1}$$

$$Q = C_v Q_{ideal} = C_v A_T \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - \beta^4)}}$$

dimana $A_T = \frac{\pi d^2}{4}$ adalah luas leher venturi

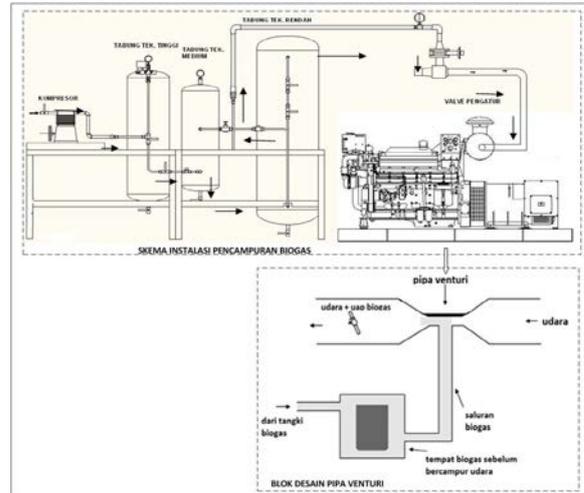
C_v = koefisien discharge venturi (bilangan Reynolds)

$\beta = d/D$, rasio diameter leher

Jadi bila diameter kedua pipa diketahui , serta tekanan P1 dan P2 diukur , maka laju aliran fluida dalam pipa venturi dapat diukur dengan alat flow meter.

Hasil dan Diskusi

Setelah alat dibuat maka disusun seperti gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Model Instalasi Rangkaian Alat Penelitian

Pada saat biogas masuk ke alat pencampur, debit biogas di ukur dengan flow meter, tekanan diukur dengan pressure gauge, demikian juga saat keluar dari alat pencampur menuju ruang bakar genset, debitnya juga diukur. Karena perbedaan debit biogas saat keluar dari alat pencampur sangat kecil maka aliran biogas pada alat pencampur dianggap bersifat laminar.

Hasil pengukuran dianalisis untuk memperoleh kecepatan dan perbedaan tekanan biogas pada table berikut ini

Tabel Hasil Pengukuran Debit Biogas Dan Tekanan Alat Pencampur

No	Menit ke-	Debit Biogas Saat Masuk (Q1)..... L/h	Arus (mA)	Tekanan Biogas Saat Masuk (P1)
1	0	700,2	184	2,0
2	5	713,2	184	2,0
3	10	723,4	184	2,0
4	15	740,2	184	2,0
5	20	756,5	184	2,0

Dari tabel 1 didapatkan bahwa selama pengoperasian alat tidak terjadi perubahan tekanan. Dengan data yang diperoleh dari percobaan ini maka kecepatan aliran biogas saat masuk (v1) dan saat keluar (v2) alat pencampur dapat dihitung. Demikian juga perbedaan tekanan pada alat pencampur dapat dihitung yang dapat ditunjukkan oleh grafik kecepatan masuk terhadap perbedaan

tekanan dan grafik kecepatan keluar terhadap perbedaan tekanan. Karena genset dihubungkan dengan lampu berukuran 25 watt, maka energi biogas yang keluar dari alat pencampur mengalir menuju ruang bakar diubah menjadi energi listrik sehingga dapat diaplikasikan untuk menjadi alat penerangan.



Gambar 4. Grafik Hubungan Kecepatan Aliran Masuk Biogas dengan Perbedaan Tekanan



Gambar 5. Grafik Hubungan Kecepatan Aliran Keluar Biogas dengan Perbedaan Tekanan

Dengan adanya perbedaan tekanan ini menyebabkan biogas dapat mengalir keruang bakar, sehingga terjadi konversi energy biogas menjadi energy listrik. Hasil perhitungan dengan menggunakan massa biogas 2,675 kg dan beda tekanan 431,85 Pa dapat menghasilkan daya listrik 60 watt. Khusus untuk alat pencampur biogas udara dengan kapasitas 16 m³ dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energy listrik selama 12 jam dan dapat menghasilkan daya listrik sebesar 900 watt hal ini sangat menjanjikan sebagai energy alternatif. Daya listrik yang dihasilkan dari konversi biogas sudah banyak digunakan di Indonesia terutama didaerah peternakan, tetapi konversi biogas menjadi energy listrik dengan alat pencampur biogas dan udara menggunakan pipa venturi ini belum banyak dilakukan di masyarakat.

Kesimpulan

1. Alat pencampur biogas dan udara merupakan penerapan konsep mekanika fluida
2. Prinsip kerja dari alat pencampur biogas ini menerapkan sifat laminer dari fluida dengan menggunakan persamaan kontinuitas dan azas Bernoulli sehingga perbedaan tekanan biogas saat menuju ruang bakar dapat dihitung
3. Perbedaan tekanan biogas pada alat pencampur, menyebabkan biogas menuju ruang bakar sehingga terjadi konversi energi dari energi mekanik biogas menjadi energi listrik yang dapat diaplikasikan sebagai alat penerangan.

Referensi

- [1] C.Clini, and M. Moody-Stuart, 2001. *Renewable Energy: Development That Lasts*. 2001 G8 Renewable Energy Task Force Chairmen's Report. Okinawa.
- [2] C.G., Gunnerson, and D.C. Stuckey., 1986. *Anaerobic Digestion : Principles and Practises for Biogas System*. The World bank Washington, D.C. USA
- [3] D. Deublein, and A. Steinhauser,. 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources*, Wiley- VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Germany.
- [4] E. Porpatham, A. Ramesh, and B. Nagalingam. 2007. *Investigation on the effect of concentration of methane in biogas when used as a fuel for a spark ignition engine*. Internal Combustion Engines Laboratory, Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology Madras, Chennai – 600 036, India.
- [5] E.C. Price, and P.N. Cheremisinoff, 1981. *Biogas Production and Utilization Ann Arbor Science Publishers, Inc.* United States of America.
- [6] H. H. Jawurek, N. W. Lane and C. J. Rallis, 1987. *Biogas/Petrol Dual Fuelling of SI Engine for Rural Third World Use*. Elsevier Applied Science Publishers Ltd, England, 1987. Printed in Great Britain. *Biomass* 13 (1987) 87-103.
- [7] H.H.Jawurek, N.W.Lane, and C.J. Rallis, 1987. *Biogas/petrol dual fuelling of SI engine for rural third use biomass*. Volume 12. Pp. 87-103
- [8] <http://alamendah.org/2014/09/09/8-sumber-energi-terbarukan-di-indonesia/>
- [9] K. Amaru, 2004. *Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik*

- Polythylene Skala Kecil*. Universitas Padjajaran.
- [10] N. A. Pambudi, *Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif*. Visiting Researcher in Biomass energy, gasification and process integration, Laboratory of Energy Engineering and Environmental Protection Sahkomiehentie 4, Otaniemi, Espoo 02150.
- [11] S. Simamora, 1989. Pengolahan Limbah Peternakan (Animal Waste Management). Teknologi Energi Biogas. Bogor : Fakultas Politeknik Pertanian Institut Pertanian Bogor. *Bekerjasama Dengan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah. Departemen P dan K*.
- [12] T. W. Widodo, A. Asari, N. Ana, dan R. Elita, 2006. *Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak*, " *Jurnal Enjiniring Pertanian*, Vol.IV, No 1, pp. 41- 52, April 2006.
- [13] T.C.Herberg, M.Enskat, and D.Abmann, 2014. *Conference Issue Paper. Renewables 2004 – International Conference for Renewable Energies*. 1–4 June 2004, Bonn, Germany.
- [14] T.W. Widodo, A. Asari, A. Nuhasanah, dan E. Rahmarestia, 2006. *Biogas Technology Development for small Scale Cattle Farm Level in Indonesia*. International Seminar on Development in Biofuel Production and Biomass Technology. Jakarta, Februsry 21-22, 2006(Non-Presentation Paper)
- [15] T.W.Widodo, N.A.Anna, A. Asari, R. Elita, dan U.Astu, 2005. *Pengembangan teknologi biogas untuk memenuhi kebutuhan energi di pedesaan*. Dalam Agung H., Sardjono, TW Widodo, P Nugroho dan Cicik S. Proc. Seminar Nasional Bioenergi dan Mekanisasi Pertanian untuk Pembangunan Industri Pertanian, Bogor.

Alamta Singarimbun
FMIPA
Institut Teknologi Bandung
alamta@fi.itb.ac.id

Wahyu Srigutomo
FMIPA
Institut Teknologi Bandung
wahyu@fi.itb.ac.id

*Corresponding author

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Aep Saepudin .ST.MT, dari TELIMEK LIPI Bandung, yang selalu memberi bimbingan dan memberi pinjaman alat-alat yang diperlukan selama pengambilan data.

Ni Ketut Lasmi*
FMIPA
Institut Teknologi Bandung
k.lasmi@yahoo.com