

## ANALISIS LAJU KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MINI PEMBANGKIT LISTRIK 6000 WATT BERTENAGA BIOGAS

I Gede Artha Negara

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mahendradatta  
Jl. Ken Arok No.12, Peguyangan, Denpasar, Bali 80115  
Email: arthanegara81@gmail.com

**Abstrak** – Krisis energi fosil merupakan sebuah ancaman bagi semua negara khususnya Indonesia yang tidak bisa lepas dari penggunaan energi fosil. Oleh karena itu diperlukan strategi untuk mencari sumber energi alternatif terbarukan agar dapat mensuplai kebutuhan energi primer. Penelitian ini menggunakan sumber energi terbarukan biogas yang berasal dari limbah ternak sapi Bali sebagai bahan bakar pada mini pembangkit listrik 6000 watt. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui laju konsumsi bahan bakar biogas pada mini pembangkit listrik. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa laju konsumsi bahan bakar biogas yang dimurnikan dari  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$  tertinggi didapatkan pada biogas dengan beban 300 watt yaitu sebesar 45.35 liter/menit, dan laju konsumsi bahan bakar biogas dimurnikan dari  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$  terendah didapatkan pada biogas dengan beban 0 watt yaitu sebesar 44.15 liter/menit.

**Kata kunci:** Biogas; limbah sapi; konsumsi bahan bakar; mini pembangkit listrik

**Abstract** – *The fossil energy crisis is a threat to all countries, especially Indonesia, which cannot be separated from the use of fossil energy. Therefore, a strategy is needed to find alternative renewable energy sources in order to supply primary energy needs. This study uses a renewable energy source biogas derived from Bali cattle livestock waste as fuel in a 6000 watt mini power plant. The purpose of this study was to determine the rate of consumption of biogas fuel in mini power plants. Based on the results of research that has been carried out, the highest rate of consumption of biogas fuel purified from  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$  is found in biogas with a load of 300 watts, which is 45.35 liters/minute, and the lowest consumption rate of biogas fuel purified from  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$  is obtained on biogas with a load of 0 watts, which is 44.15 liters/minute.*

**Keywords:** Biogas; cow waste; fuel consumption; mini power plants

### PENDAHULUAN

Dekade ini Negara Indonesia memasuki era puncak krisis energi, dikarenakan terimbas lonjakan harga minyak dunia mencapai 98 dolar/barel, yang mengakibatkan harga bahan bakar minyak dalam negri mengalami penyesuaian yang cukup tajam. Dampak dari kenaikan bahan bakar minyak (BBM) hari demi hari semakin membebani rakyat-rakyat yang belum pulih dari krisis ekonomi yang berkepanjangan yang masih terus melanda negri ini [1]. Maka dari itu diperlukan strategi penghematan energi agar bangsa tetap bertahan ditengah krisis energi fosil yang sedang dihadapi saat ini. Selain itu, hal ini juga memperingatkan bahwa ketergantungan terhadap energi fosil sebagai energi primer adalah bukan suatu pilihan yang tepat [2]. Untuk keluar dari krisis energi fosil merupakan suatu keniscayaan untuk mencari sumber-sumber energi alternatif yang akan digunakan sebagai pengganti sumber energi primer yang diaplikasikan untuk pembangkit tenaga listrik.

Pemerintah juga telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbarui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak, salah satu sumber energi alternatif tersebut adalah energi biogas [3].

Energi biogas terbentuk melalui proses fermentasi dari bahan-bahan yang bersifat organik dengan bantuan bakteri anaerob pada lingkungan tanpa oksigen. Energi biogas didominasi gas metana (55% – 75%), karbondioksida (25% - 45%) dan beberapa kadar gas lain dalam jumlah yang lebih sedikit. Pembuatan biogas dari kotoran hewan, khususnya kotoran sapi mempunyai potensi yang tinggi sebagai energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan, karena selain dapat memanfaatkan limbah-limbah organik menjadi energi, sisa dari pembuatan biogas ini

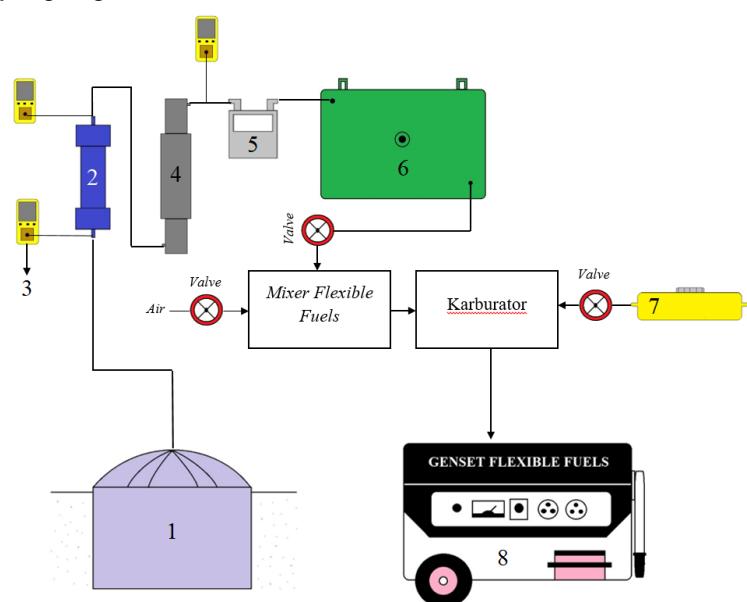
yang berupa *slurry* juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang sangat kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman [4]. Nilai kalor gas metana pada biogas 17% lebih tinggi daripada bahan bakar bensin, nilai kalori gas metana murni yaitu 8.900 kcal/m<sup>3</sup>, sedangkan nilai kalori biogas yang masih mengandung gas-gas lain berkisar 5.000 - 6.513 kcal/m<sup>3</sup> [5]. Jika tanpa adanya pengolahan limbah dan kotoran hewan tersebut, maka gas-gas metana yang berasal dari penguraian akan sia-sia mencemari atmosfer tanpa dimanfaatkan, karena setiap gas metana yang terlepas setara dengan 21 kali pelepasan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang termasuk dalam gas rumah kaca (*greenhouse gas*). Maka dari itu teknologi biogas ini dianggap sangat berguna karena selain sebagai energi alternatif pengganti peran energi fosil, juga berfungsi untuk mengurangi laju konsentrasi gas metana ke atmosfer [6].

Dalam penelitian ini, energi biogas yang dihasilkan dari limbah kotoran sapi akan dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik dari perangkat mesin generator [7]. Biogas yang digunakan berasal

dari limbah ternak sapi Bali. Penggunaan energi biogas diharapkan mampu mengatasi permasalahan krisis akan energi fosil, untuk itu melalui penelitian ini penulis dapat mengambil judul "Analisis Laju Konsumsi Bahan Bakar Pada Mini Pembangkit Listrik 6000 Watt Bertenaga Biogas".

## METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, (*true experimental research*), yaitu melakukan pengamatan langsung untuk mengetahui hubungan sebab akibat dengan menggunakan satu atau lebih perlakuan dan membandingkan hasil satu dengan yang lainnya yang digunakan sebagai pembanding. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mini generator 6000 watt yang telah dimodifikasi untuk memungkinkan menggunakan bahan bakar biogas, digester, desulfurizer, *multi gas detector*, CO<sub>2</sub> remover, volume meter, bag biogas. Sedangkan bahan biogas yang digunakan berasal dari limbah ternak sapi Bali. Instrumen penelitian dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Instrumen penelitian

Keterangan :

- |                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| 1. Digester                | 6. Bag Biogas          |
| 2. Desulfurizer            | 7. Tangki Bensin       |
| 3. Multi Gas Detector      | 8. Generator 6000 Watt |
| 4. CO <sub>2</sub> Remover |                        |
| 5. Volume Meter            |                        |

Pertama-tama pada digester terjadi proses pembentukan biogas, yang berasal dari kotoran sapi yang sudah bercampur dengan air dengan proses fermentasi. Kemudian biogas yang dihasilkan dari degester akan mengalir menuju desulfurizer untuk menghilangkan/ merendahkan kadar gas  $H_2S$ , lalu biogas tersebut akan dialirkan menuju  $CO_2$  remover untuk menghilangkan/ merendahkan kadar gas  $CO_2$ . Biogas yang telah dimurnikan dari gas  $H_2S$  dan  $CO_2$  tersebut, akan dialirkan ke dalam volume meter untuk mengukur/ menghitung seberapa banyak biogas yang dihasilkan dari degester yang akan masuk ke dalam *bag* biogas. Sebelum *bag* biogas digunakan untuk menampung biogas, *bag* sudah diisi kalsium klorida ( $CaCl_2$ ) untuk menyerap kadar uap air yang terkandung pada biogas. Biogas yang berada di dalam *bag* akan menuju ke dalam *mixer fleksibel fuels* pada saat mesin mulai dioperasikan. Karena terjadinya langkah hisap pada mesin yang menyebabkan terjadinya kevakuman di ruang bakar, sehingga menyebabkan tekanan pada

ruang bakar rendah dan biogas otomatis akan mengalir ke ruang bakar. Pada saat mesin sudah beroperasi dengan bahan bakar biogas maka dilanjutkan ke tahap pengujian laju konsumsi bahan bakar biogas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

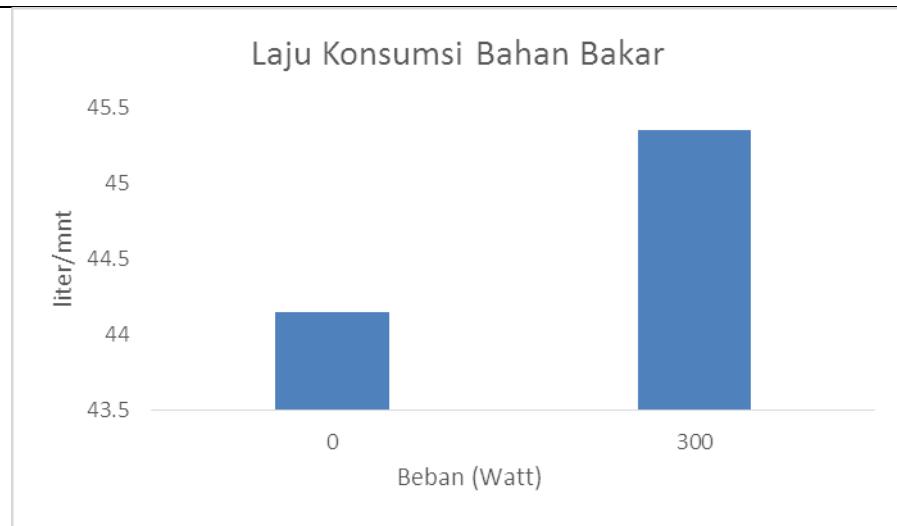
Dalam perhitungan laju konsumsi bahan bakar biogas, persamaan yang dapat digunakan yaitu persamaan debit bahan bakar sebagai berikut.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Dimana  $Q$  = laju konsumsi bahan bakar,  $V$  = volume bahan bakar, dan  $t$  = waktu untuk menghabiskan bahan bakar [8]. Berdasarkan data hasil pengujian laju konsumsi bahan bakar biogas yang dimurnikan  $H_2S$ ,  $H_2O$ ,  $CO_2$  sebanyak tiga kali, dapat dijelaskan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Laju konsumsi bahan bakar biogas

Bahan Bakar	Beban (Watt)	Volume Bahan Bakar (liter)	Waktu (mnt)	Waktu rata-rata (mnt)	Laju Konsumsi BB (litr/mnt)
Biogas dimurnikan $H_2S$ , $H_2O$ , $CO_2$	0	200	4.49	4.53	44.15
	0	200	4.56		
	0	200	4.53		
	300	200	4.45	4.41	45.35
	300	200	4.45		
	300	200	4.35		



**Gambar 2.** Laju konsumsi bahan bakar biogas

Gambar 2 menjelaskan bahwa laju konsumsi bahan bakar biogas yang dimurnikan dari  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$  tertinggi didapatkan pada biogas dengan beban 300 watt yaitu sebesar 45.35 liter/menit, hal ini dikarenakan pada saat generator beroperasi menggunakan bahan bakar biogas generator mensuplai daya listrik sebesar 300 watt yang menyebabkan generator menjadi boros bahan bakar dibandingkan tanpa mensuplai daya [9]. Sedangkan laju konsumsi bahan bakar biogas dimurnikan dari  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$  terendah didapatkan pada biogas dengan beban 0 watt yaitu sebesar 44.15 liter/menit. Biogas dengan beban 0 watt menghasilkan laju konsumsi bahan bakar lebih irit, dikarenakan generator hanya memerlukan sedikit bahan bakar pada saat mulai beroperasi dibandingkan dengan penggunaan beban tambahan.

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian uji laju konsumsi bahan bakar biogas yang dimurnikan  $H_2S$ ,  $H_2O$ ,  $CO_2$  pada mesin generator 6000 watt dapat ditarik kesimpulan bahwa, biogas dengan beban 300 watt mendapatkan laju konsumsi bahan bakar tertinggi sebesar 45.35 liter/menit, dan biogas dengan beban 0 watt mendapatkan laju konsumsi bahan bakar terendah yaitu 44.15 liter/menit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapan sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Tjokorda Gde Tirta Nindhia, ST., MT selaku pemberi dana riset dan memberikan banyak dukungan atas suksesnya penelitian yang saya lakukan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

A. I. Agung, "Potensi Sumber Energi Alternatif Dalam Mendukung Kelistrikan Nasional,"

- J. Pendidik. Tek. Elektro, vol. 2, no. 2, 2013.
- I. Kholiq, "Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi bbm," J. IPTEK, vol. 19, no. 2, pp. 75–91, 2015.
- H. A. Fitra and A. Asirin, "Ketahanan Masyarakat terhadap Ancaman Krisis Energi Listrik di Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung," J. Wil. dan Lingkung., vol. 6, no. 1, p. 58, 2018.
- R. P. Dewi and M. Kholik, "Kajian potensi pemanfaatan biogas sebagai salah satu sumber energi alternatif di wilayah magelang," J. Mech. Eng., vol. 2, no. 1, pp. 8–14, 2018.
- H. Nawir, M. R. Djalal, and A. Apollo, "Pemanfaatan Limbah Eceng Gondok Sebagai Energi Biogas Dengan Menggunakan Digester," JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng., vol. 2, no. 2, p. 56, 2018.
- F. I. N. Harahap, "Dampak pemberdayaan masyarakat melalui program biogas dalam mewujudkan kemandirian energi," JPPM (Jurnal Pendidik. dan Pemberdaya. Masyarakat), vol. 5, no. 1, pp. 41–50, 2018.
- M. C. Santoso, I. A. D. Giriantari, and W. G. Ariastina, "Studi Pemanfaatan Kotoran Ternak Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Di Bali," Spektrum, vol. 6, no. 4, pp. 58–65, 2019.
- Junaidi, E. Kurniawan, and A. Lasmana, "Analisis Laju Aliran Udara dan Laju Aliran Massa Bahan Bakar Terhadap Beban Pembakaran Sampah pada Incinerator Berbahan Bakar Limbah Oli Bekas," J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater., vol. 5, no. 1, pp. 17–23, 2021.
- D. Lie, T. G. T. Nindhia, and I. W. Surata, "Mengubah (Converting) Genset Bensin Menjadi Fleksibel Fuels (Biogas, LPG, Bensin)," J. Tek. Desain Mek., vol. 8, no. 2, pp. 4–9, 2019.