

# Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Berbasis Konsep *Green Technology* Studi Kasus di Desa Puter Kembangbahu

Nahdia Rupawanti BR, M. Iqbal Syauqi

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan

e-mail: [nahd\\_raharjo@yahoo.co.id](mailto:nahd_raharjo@yahoo.co.id), [syauqiiqbal63@gmail.com](mailto:syauqiiqbal63@gmail.com)

## ABSTRACT

This research is based on the exploration of renewable energy utilization by utilizing the potential of cow livestock waste in cattle farm area as a raw material of biogas energy using the green technology concept. The results of this research show that: (1) the performance of biogas power plant with 115 cattle population producing: 25 kg/day cow waste for each cow in average, 2.857 kg/day cow waste in average for the total population, biogas potency 23 m<sup>3</sup>/day, methane potency 12,006874 m<sup>3</sup>/day, total solid 4,83 kg/cow/day, total solid percentage 0,168 %, volatile solid 437 kg/day, and volatile solid percentage 0,152 %, (2) The efficiency of biogas power plant potency of 23 m<sup>3</sup>/day can be converted into the generated electric energy equal to 1,0005 KWh, 220 W of power flame within 5 hours. Therefore, the power generated from biogas power plant is 1 KWh.

**Keywords:** biogas power plant, green technology concept, renewable sources

## ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi terbukanya pemanfaatan energi terbarukan dengan cara memanfaatkan potensi limbah peternakan sapi di kawasan Peternakan Sapi sebagai bahan baku energi biogas dengan konsep *Green Technology*. Hasil ini diperoleh dari analisis pembangkit listrik tenaga biogas berbasis konsep *green technology* studi kasus di Desa Puter Kec. Kembangbahu Lamongan ditinjau dari : (1) kinerja pembangkit listrik dengan populasi sapi 115 ekor, rata-rata kotoran sapi 25 kg/hari, produksi kotoran sapi 2.875 kg/hari, potensi biogas 23 m<sup>3</sup>/hari, potensi metana 12,006874 m<sup>3</sup>/hari, *Total Solid* 4,83 kg/ekor/hari, persentase *Total Solid* 0,168% dan *Volatile Solid* 437 kg/hari, persentase *Volatile Solid* 0,152%. (2) efisiensi daya pembangkit listrik dengan potensi biogas 23 m<sup>3</sup>/hari dapat dikonversikan menjadi energi listrik yang dihasilkan sama dengan 1,0005 KWh, beban 220 W nyala dalam waktu 5 jam sehingga daya yang dihasilkan dari biogas 1 KWh.

**Kata-kata Kunci :** Pembangkit Listrik Tenaga Biogas, Konsep *Green Technology*, sumber daya terbarukan

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan penggunaan energi semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, industri dan peningkatan konsumsi energi oleh masyarakat akibat penggunaan berbagai macam peralatan untuk menunjukkan kenyamanan dalam kehidupan. Sumber energi yang selama ini digunakan sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil, seperti batubara, minyak bumi, gas alam dan lain lain. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang proses terbentuknya memerlukan waktu jutaan tahun dan dapat dikatakan merupakan energi tak terbarukan. Selain merupakan energi tak terbarukan, penggunaan energi fosil

mengakibatkan meningkatnya gas rumah kaca. Sebagian besar ilmuwan meyakini bahwa peningkatan konsentrasi gas rumah kaca merupakan salah satu penyebab terjadinya pemanasan global. Oleh karena itu, untuk mengganti penggunaan energi tak terbarukan diperlukan sumber energi alternatif yang mampu mengurangi laju pemakaian energi fosil.

Biogas merupakan *renewable energy* yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari fosil seperti minyak tanah dan gas alam (Houdkova et.al., 2008). Biogas juga sebagai salah satu jenis bioenergi yang didefinisikan sebagai gas yang dilepaskan jika bahan-bahan

organik seperti kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam dan daun-daun hasil sortiran sayur difermentasi atau mengalami proses metanisasi (Hambali E., 2008).

Dalam kaitannya sebagai sumber energi alternatif pengganti energi fosil, biogas merupakan energi bersih yang mampu mengurangi produksi emisi gas rumah kaca. Sehingga penggunaan pemanfaatan potensi limbah peternakan sapi di Kawasan Peternakan Sapi sebagai sebagai bahan baku energi biogas dapat diajukan sebagai salah satu konsep Green Technology/ Teknologi Hijau atau dapat disebut juga Clean Technology/Environmental Technology.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kinerja pembangkit listrik tenaga biogas berbasis konsep *Green Technology*, dan bagaimana efisiensi penggunaan pembangkit listrik tenaga biogas berbasis konsep *Green Technology*. Sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja pembangkit listrik tenaga biogas berbasis konsep *Green Technology* dan untuk mempelajari tingkat efisiensi penggunaan pembangkit listrik tenaga biogas berbasis konsep *Green Technology*.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Generator Biogas 2500 VA
2. Kabel
3. Stop kontak
4. Lampu
5. Bak pemasukan (inlet)
6. Digester
7. Kotoran sapi.

### B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2018 yang kemudian direncanakan untuk penyelesaiannya pada bulan Juni 2018 dan dilakukan 5 kali penelitian. Sedangkan lokasi yang dipilih adalah kawasan usaha peternakan sapi Bapak H. Suwignyo Desa Puter Kec. Kembangbahu Lamongan.

### B. Metode Penelitian

Penelitian dengan eksperimen lapangan dengan berpegangan pada literatur dan referensi.

### C. Analisis Data

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Analisis Potensi Biogas

Adapun rumus yang digunakan untuk menganalisa potensi biogas adalah sebagai berikut:

Menghitung potensi gas metana dari kotoran sapi (Fitradiansyah, 2009)

$$PKS = PS \times A$$

Dimana:

PKS : Produksi Kotoran Sapitiap hari (kg/hari)

PS : Populasi Sapi (ekor)

A : Rata-rata kotoran sapi per hari yaitu 25 kg/hari

Berdasarkan potensi kotoran sapi yang dihasilkan potensi biogas dapat diperkirakan dengan mengetahui potensinya berdasarkan berat kandungannya maka perlu dikali dengan persentase bahan keringnya (BK) 20% (Fitradiansyah, 2009) maka  $PKS \times 20\%$ . Kemudian potensi biogas per hari

$$Bg = PKS \times 20\% \times BgK$$

Dimana :

Bg : Potensi biogas per-hari ( $m^3$ /hari)

PKS : Produksi Kotoran Sapi tiap hari (kg BK/hari)

BgK : Potensi biogas dari bahan organik ( $m^3$ /kg.BK)

Kemudian hasil potensi biogas akan dapat diketahui produksi gas metana dengan dikalikan kadar metana sebesar 52,2038% (Wresta, 2012). Untuk kotoran sapi (Fitradiansyah, 2009).

$$KM = Bg \times \text{persentase kadar metana}$$

Dimana:

KM : Potensi Metana ( $m^3$ /hari)

Bg : Potensi biogas per-hari ( $m^3$ /hari)

#### 2. Perhitungan potensi biogas dan energi yang dihasilkan

Perhitungan tersebut dengan memperhatikan parameter-parameter konversi yang membuat suatu potensi kotoran sapi dapat menghasilkan energi yang optimum. Parameter tersebut antara lain temperatur, *retention time*, besarnya kotoran sapi yang dihasilkan perhari, nilai total solid (TS) dan *volatelite solid* (VS) perhari.

Persentase TS (*Total solid*) dan VS (*Volatile solid*) yang didapat dari kotoran sapi adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ TS} = \text{Total Solid} : \text{KS}$$

$$\% \text{ VS} = \text{Volatile solid} : \text{KS}$$

Sedangkan hasil TS (*Total solid*) dan VS (*Volatile solid*) yang didapat dari kotoran sapi adalah sebagai berikut:

$$\text{TS} = \% \text{ TS} \times \text{A} \times \text{PS}$$

$$\text{VS} = \text{Volatile solid} \times \text{PS}$$

### 3. Analisis Efisiensi Biogas

Adapun rumus yang digunakan untuk menganalisa efisiensi potensi gas adalah sebagai berikut:

Rumus menghitung biaya sebelum menggunakan tenaga biogas

$$\text{Biaya I} = \text{KWh} \times \text{Biaya perKWh}$$

Rumus menghitung biaya sesudah menggunakan tenaga biogas

$$\text{Biaya II} = \text{KWh} \times \text{Biaya perKWh}$$

Hasil akhir keuntungan dari penggunaan tenaga biogas adalah sebagai berikut:

$$\text{Ha} = \text{Biaya I} - \text{Biaya II}$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan dan wawancara langsung kepada bapak H. Suwignyo yang merupakan pemilik usaha peternak sapi yang memanfaatkan limbah kotoran sapi menjadi biogas. Data tersebut mencakup karakteristik lapangan dan data meliputi banyaknya ekor sapi dikandang 115 ekor, memanfaatkan kotoran ternak sapi dikonversikan menjadi pembangkit listrik tenaga biogas dengan mesin penggerak genset BG 2500 VA yang berbahan bakar biogas dan digester berbahan beton berkapasitas 4 m<sup>3</sup> untuk menampung gas. Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui studi literatur dan pencarian statistik, data yang dibutuhkan adalah data statistik populasi sapi, banyaknya kotoran ternak sapi, serta mesin penggerak pembangkit.

### A. Analisis Potensi Biogas

Dalam perhitungan digunakan model di kawasan peternakan sapi Kelompok Tani Ternak Margo Mulyo Desa Puter. Beberapa faktor yang akan saya analisis adalah Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Berbasis

Konsep *Green Technology*. Dan didapat hasil pada Tabel 1 berikut:

**Tabel 1. Analisis Potensi biogas**

No	Perhitungan	Jumlah/Hasil
1	Populasi Sapi (PS)	115 ekor
2	Rata-rata Kotoran Sapi perhari (A)	25 kg/hari
3	Produksi Kotoran Sapi (PKS)	2.875 kg/hari
4	Potensi Biogas perhari (Bg)	23 m <sup>3</sup> /hari
5	Potensi Metana (KM)	12,006874 m <sup>3</sup> /hari

### B. Analisis Teknik Beban Biogas

Potensi energi listrik yang dihasilkan dari limbah kotoran sapi yang ada ditempat satu peternak yang memiliki 115 ekor sapi adalah 23 m<sup>3</sup>/hari. Dengan jumlah lampu 10 buah, perlampu 20 watt total beban keseluruhan 200 W = 0,2 KW masa nyala lampu 5 jam perhari. Maka beban keseluruhan sama dengan 200 W x 5 jam = 1000 Wh = 1 KWh.

Dengan asumsi generator biogas akan dioperasikan selama 5 jam perhari dengan menggunakan nilai baku 1 KVA senilai 0,8 KW maka energi keluaran dari pembangkit listrik tenaga biogas ini adalah:

$$= \text{daya output} \times \text{faktor kapasitas} \times 5 \text{ hours}$$

$$= 0,2 \text{ Kw} \times 0,8 \text{ KW} \times 5 \text{ hours}$$

$$= 0,8 \text{ kWh/hari}$$

### C. Perhitungan Potensi Biogas Dan Energi Yang Dihasilkan

Pada penelitian akan dihitung potensi biogas 23 m<sup>3</sup>/hari sama dengan 0,0435 KWh x 23 m<sup>3</sup>/hari = 1,0005 KWh karena 1 m<sup>3</sup> setara dengan 0,0435 KWh maka potensi biogas yang ada di suatu kawasan peternakan sebagai studi kasus untuk menjadi acuan mendapatkan pembangkit listrik tenaga biogas. Perhitungan tersebut dengan memperhatikan parameter-parameter konversi yang membuat suatu potensikotoran sapi dapat menghasilkan energi yang optimum. Parameter tersebut antara lain besarnya kotoran sapi yang dihasilkan perhari, nilai *total solid* (TS) dan *volatelite solid* (VS) perhari. Dan didapat hasil pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 2. Hasil Perhitungan Potensi Biogas dan Energi yang Dihasilkan**

No.	Perhitungan	Jumlah/Hasil
1	Persentase <i>Total Solid</i> (%TS)	0,168%
2	Persentase <i>Volatile Solid</i> (%VS)	0,152%
3	<i>Total Solid</i> (TS)	4,83 kg/ekor/hari
4	<i>Volatile Solid</i> (VS)	437 kg/hari
5	Gas	23 m <sup>3</sup> /hari

D. Hasil Pengukuran Output Generator

Pengujian ini menggunakan bensin sebagai bahan bakar penggerak awal. Genset berbahan bakar dual yakni bensin dan gas. Pengujian ini dilakukan dengan menghidupkan dan mengatur kran campuran udara-biogas hingga mesin stabil. Genset yang digunakan 2500 VA, hasil dari pengukuran tegangan output dan daya listrik yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

**Tabel 3. Hasil Pengukuran Output Generator**

Penelitian Hari	V output Rata-rata	P output Rata-rata	Masa nyala mesin (jam)
I	220	1537,5	5
II	220	1537,5	5
III	220	1537,5	5
IV	220	1537,5	5
V	220	1537,5	5
<b>Rata-rata</b>		<b>1537,5</b>	

E. Efisiensi Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Berbasis Konsep *Green Technology*

Biaya yang dapat di hasilkan sesuai tarif dasar listrik tahun 2018 dari PLN membangkitkan listrik dengan harga listrik Rp. 586/kWh dengan daya 200 W dan di dapat hasil pada Tabel 4 berikut:

**Tabel 4. Hasil Efisiensi Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas**

Biaya	Harian	Bulanan	Tahunan
Sebelum menggunakan Biogas	Rp. 1.523,6	Rp. 45.708	Rp. 556.114
Setelah menggunakan Biogas	Rp. 586	Rp. 17.580	Rp. 213.890
Keuntungan biaya setelah menggunakan biogas	Rp. 937,6	Rp. 28.128	Rp. 342.224

**IV. PENUTUP KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Hasil kinerja pembangkit listrik tenaga biogas berbasis konsep *green technology* diperoleh dari analisa potensi biogas, produksi kotoran sapi tiap hari sebesar 2.875 kg/hari dari populasi sapi sebanyak 115 ekor dan rata-rata kotoran sapi perhari sebanyak 25 kg/hari. Hasil potensi biogas per hari adalah 23 m<sup>3</sup>/hari dari potensi biogas bahan organiknya sebesar 0,040 m<sup>3</sup>/kg.BK. Kemudian hasil potensi biogas akan dapat diketahui produksi gas metana dengan potensi biogas perhari dikalikan kadar metana sebesar 52,2038% yaitu sebesar 12,006874 m<sup>3</sup>/hari. Dan hasil perhitungan potensi biogas dan energi yang dihasilkan diperoleh dari perhitungan parameter-parameter konversi yang membuat suatu potensi kotoran sapi dapat menghasilkan energi yang optimum. Parameter tersebut antara lain besarnya kotoran sapi yang dihasilkan perhari yaitu 2.875 kg/hari, nilai *total solid* (TS) sebesar 4,83 kg/ekor/hari dari persentase *total solid* 0,168% dan nilai *volatelite solid* (VS) perhari sebesar 437 kg/hari dari persentase *volatelite solid* 0,152%.
2. Efisiensi daya pembangkit yang dapat dihasilkan pada penelitian membangkitkan listrik tenaga biogas pada peternakan sedang dengan daya 220 volt pada pelaksanaan penelitian digunakan generator biogas 2500 VA (2,5 KVA) di kawasan peternakan sapi di desa Puter dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku produksi PLTBg. Dengan rata-rata produksi kotoran sapi perah (A) 25 kg/ekor/hari dengan jumlah sapi perah keseluruhan (PKS) 115 ekor menghasilkan kotoran sapi perah 2.875 kg/hari. Dengan jumlah sapi perah keseluruhan menghasilkan potensi biogas 23 m<sup>3</sup>/hari, jumlah tersebut dapat dikonversikan menjadi energi listrik yang dihasilkan biogas 23 m<sup>3</sup>/hari sama dengan 0,0435 kWh x 23 m<sup>3</sup>/hari = 1,0005 kWh karena 1 m<sup>3</sup> setara dengan 0,0435 kWh kWh, beban 200 W atau 0,2 KW nyala dalam waktu 5 jam sehingga hemat daya yang dihasilkan dari biogas sebesar 1 kWh.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abidin Zainal. 2015. *Manajemen Energi Hibrid Biogas dan Energi Surya pada Suplai Tenaga Listrik Industri Peternakan*. Jurnal Ecotipe Universitas Bangka Belitung Vol 3 No 2 2015.
- Arief Hadi. 2011. *Green Technology*, <https://ariefhadi331.wordpress.com/green-technology>. 2018/01/09
- Budiman R. Saragih. 2010. Analisis Potensi Biogas untuk Menghasilkan Energi Listrik dan Termal Pada Gedung Komersil di Daerah Perkotaan. Thesis dipublikasikan
- Dody Misa. 2015. *Pembangkit Listrik Tenaga Biogas*, <https://dodymisa.blogspot.co.id/2015/05/pembangkit-listrik-tenaga-biogas-pltbg.html>. 2018/01/12
- Hanif Andi. 2010. Studi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Listrik 10 Kw Kelompok Tani Mekarsari Desa Dander Bojonegoro Menuju Desa Mandiri Energi. Jurnal dipublikasikan <http://engineering4read.blogspot.co.id/2016/04/pembangkit-listrik-tenaga-biogas-dari.html?m=1>. Pembangkit Listrik Tenaga Biogas. 2018/01/12
- <https://greenchemistryindonesia.blogspot.com/>. *Green Technology*. 2018/01/09
- <http://hijautechno.blogspot.co.id/2013/05/apa-sih-greentech-itu.html>. *Green Technology*. 2018/01/09
- <https://moetsz.blogspot.com/2012/05/green-technology.html>. *Green Technology*. 2018/01/09
- <https://nextdaytechnology.blogspot.com/2010/06/teknologi-hijau-teknologi-masa-depan.html>. *Teknologi Hijau Teknologi Masa Depan*. 2018/01/23
- <https://teknologihijau.blogdetik.com/>. *Teknologi Hijau*. 2018/01/23
- <https://www.google.com/search?q=gambar+biogas&client>. Gambar Biogas. 2018/01/23
- Mahmud Muda. 2015. Analisis Tekno Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Anaerobik Biogas Dengan Pemanfaatan Kotoran Sapi Di Desa Galang. Jurnal dipublikasikan [Matanews.com/2009/08/22/genset-kotoran-sapi-ala-lipi](http://Matanews.com/2009/08/22/genset-kotoran-sapi-ala-lipi). Kotoran Sapi. 2018/02/07
- Nuraini Rubabiah. Hidup Lebih Baik Dengan *Green Technology*. <https://www.kompasiana.com/rabaiah.nuraini/hidup-lebih-baik-dengan-green-technology>. 2018/01/09
- Nurma. *Green Technology*. <https://nurma.staff.fkip.uns.ac.id/green-chemistry/>. 2018/01/09
- Priyadi Fahad, dkk. 2014. Studi Potensi Biogas dari Kotoran Ternak Sapi sebagai Energi Alternatif untuk Penerangan. Jurnal dipublikasikan <https://sites.google.com/site/muhammadshidqi/green-technology>. 2018/01/09
- Sulistyo Agung. 2010. Analisis Kapasitas Pembangkit dan Perhitungan Emisi Pada Pemanfaatan Sampah Organik di Pasar Induk Kramat Jati. Thesis dipublikasikan
- Sunarjono, Sri, dkk. Kebijakan Strategi Penggunaan Green Technology Untuk Preservasi Infrastruktur Jalan Berbasis Kualitas Hidup Masyarakat. Jurnal dipublikasikan
- Wakid, Muhkamad. 2009. Pemanfaatan biogas kotoran ternak untuk bahan bakar motor penggerak generator listrik. Jurnal dipublikasikan [www.alpensteel.com/article/60-108-energi-kotoran-sapi.html](http://www.alpensteel.com/article/60-108-energi-kotoran-sapi.html). *Energi Kotoran Sapi*. 2018/02/07
- [www.antaranews.com/berita/1250861559/kot-diubah-jadi-listrik](http://www.antaranews.com/berita/1250861559/kot-diubah-jadi-listrik). Kotoran Diubah Jadi Listrik. 2018/02/07
- Yulistiawati Endang. 2008. Pengaruh Suhu dan C/N Rasio terhadap Produksi Biogas Berbahan Baku Sampah Organik. Skripsi dipublikasikan
- Yulianto, Andik, dkk. 2010. Studi Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Energi Listrik di Dusun Kaliurang Timur, Kelurahan Hargobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta. Jurnal dipublikasikan