

## Konversi Energi Biogas Menjadi Energi Listrik Sebagai Alternati Energi Terbarukan dan Ramah Lingkungan di Desa Langse, Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati

Kurniawan Puspito Aji<sup>1</sup>, Aziz Nur Bambang<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Pascasarjana Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro

Email : [puspito.aji@gmail.com](mailto:puspito.aji@gmail.com)

Diterima (Agustus, 2019), direvisi (Agustus, 2019), diterbitkan (September, 2019)

---

### Abstract

*Pengolahan limbah pertanian dan peternakan menghasilkan biogas yang kemudian dimanfaatkan masyarakat untuk pengganti energi gas alam dan pengganti energi listrik untuk penyediaan air bersih serta menghasilkan pupuk organik untuk kepentingan bertani. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode deskriptif, dengan menggambarkan bagaimana pengolahan limbah pertanian dan peternakan. Kemudian dilakukan pendekatan kuantitatif yang bertujuan untuk mendiskripsikan atau menjelaskan konversi energi biogas menjadi energi listrik.*

*Biogas memiliki prospek yang baik sebagai energi alternatif pengganti energi tidak terbarukan di Indonesia yang sedang mengalami krisis energi yang ditandai dengan semakin langka dan tingginya harga bahan bakar yang berdampak pada semakin tingginya biaya produksi pembangkit tenaga listrik. Di Peternakan Kelompok Tani-Dulur Ganjar, pemanfaatan biogas dengan menggunakan kotoran kambing/domba sangat potensial, dari 300 ekor kambing/domba berpotensi menghasilkan energi listrik sebesar 32,4 kWh/hari. Sebagian besar pembangkit tenaga listrik yang menyuplai wilayah Kabupaten Pati masih menggunakan sumber energi berbahan bahan energi non-renewable. Semakin menipisnya bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit non renewable tersebut, maka pembangkit listrik dengan bahan bakar renewable mutlak diperlukan.*

**Kata Kunci:** *biogas, energi, listrik, pati.*

### 1. PENDAHULUAN

Pati Bumi Mina Tani merupakan julukan untuk salah satu Kota kecil di Jawa Tengah, yaitu Kabupaten Pati. Sebutan ini disematkan pada Kabupaten Pati, karena mayoritas penduduknya bekerja dalam bidang pertanian. Bahkan 70 % wilayah kabupaten pati adalah area persawahan.

Terletak di Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati, Desa Langse yang memiliki luas wilayah 148,2 hektar dengan persentase lahan pertanian seluas 83,82 persen.[7] Limbah organik yang dihasilkan dari pertanian dan peternakan ternyata dapat menghasilkan sebuah bioenergi baru yang dapat menggantikan posisi bahan bakar fosil yang selama ini nyaris tidak tergantikan sebagai bahan bakar utama di pembangkit-pembangkit listrik di Indonesia. Salah satu sumber energi alternatif adalah biogas. Gas

ini berasal dari berbagai macam limbah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan dapat dimanfaatkan menjadi energi melalui proses anaerobik digestion. Kotoran sapi merupakan kotoran yang paling efisien digunakan sebagai penghasil biogas karena setiap 10-20 kg kotoran perhari dapat menghasilkan 2 m<sup>3</sup> biogas. Dimana energi yang terkandung dalam 1 m<sup>3</sup> biogas sebesar 2000-4000 kkal atau dapat memenuhi kebutuhan memasak bagi satu keluarga (4-5 orang) selama 3 jam [6].

## 2. MATERI DAN METODE

### **Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif**

Biogas merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri. Proses degradasi material organik ini tanpa Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif Biogas merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri. Proses degradasi material organik ini tanpa melibatkan oksigen disebut anaerobik digestion gas yang dihasilkan sebagian besar (lebih 50 % ) berupa metana. material organik yang terkumpul pada digester (reaktor) akan diuraikan menjadi dua tahap dengan bantuan dua jenis bakteri. Tahap pertama material organik akan didegradasi menjadi asam lemak dengan bantuan bakteri pembentuk asam.

Bakteri ini akan menguraikan sampah pada tingkat hidrolisis dan asidifikasi. Hidrolisis yaitu penguraian senyawa kompleks atau senyawa rantai panjang seperti lemak, protein, karbohidrat menjadi senyawa yang sederhana. Sedangkan asidifikasi yaitu pembentukan asam dari senyawa sederhana. Setelah material organik berubah menjadi asam lemak, maka tahap kedua dari proses anaerobik digestion adalah pembentukan gas metana dengan bantuan bakteri pembentuk metana seperti methanococcus, methanosarcina, methanobacterium. Biogas sebagian besar mengandung gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan beberapa kandungan yang jumlahnya kecil diantaranya hydrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) dan ammonia (NH<sub>3</sub>) serta hydrogen dan (H<sub>2</sub>), nitrogen yang kandungannya sangat kecil. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH<sub>4</sub>). Semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar kandungan energi (nilai kalor) pada biogas, dan sebaliknya semakin kecil kandungan metana semakin kecil nilai kalor. Kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan memperlakukan beberapa parameter yaitu : Menghilangkan hidrogen sulphur, kandungan air dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) [5].

### **Konversi Biogas Menjadi Listrik**

Energi biogas sangat potensial untuk dikembangkan karena produksi biogas peternakan ditunjang oleh kondisi yang kondusif dari perkembangan dunia peternakan sapi di Indonesia saat ini. Disamping itu, kenaikan tarif listrik, kenaikan harga LPG (Liquefied Petroleum Gas), premium, minyak tanah, minyak solar, minyak diesel dan minyak bakar telah mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang murah, berkelanjutan dan ramah lingkungan [8].

Konversi energi biogas untuk pembangkit tenaga listrik dapat dilakukan dengan menggunakan *gas turbine*, *microturbines* dan *Otto Cycle Engine*. Pemilihan teknologi ini sangat dipengaruhi potensi biogas yang ada seperti konsentrasi gas metan maupun tekanan biogas, kebutuhan beban dan ketersediaan dana yang ada [2]. Sebagai pembangkit tenaga listrik, energi yang dihasilkan oleh biogas setara dengan 60-100 watt lampu selama 6 jam penerangan [10]. Kesetaraan biogas dibandingkan dengan bahan bakar lain dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Nilai kesetaraan biogas dan energi yang dihasilkan**

Aplikasi	1m <sup>3</sup> biogas setara dengan
1m <sup>3</sup>	Elpiji 0,46 kg Minyak Tanah 0,62 liter Minyak solar 0,52 liter Kayu Bakar 3,5 kg

Sumber : Wahyuni, 2008

Dalam buku *Renewable Energy Conversion, Transmsision and Storage*, Bent Sorensen, bahwa 1 Kg gas metana setara dengan 6,13 x 10<sup>7</sup> J, sedangkan 1 kWh setara dengan 3,6 x 10<sup>6</sup> J. Massa jenis gas metan 0,656 kg/m<sup>3</sup>. Sehingga 1 m<sup>3</sup> gas metana manghasilkan energi listrik sebesar 11,17 kWh [9]. Konversi energi gas metan menjadi energy listrik adalah seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2 Konversi energi gas metan menjadi energi listrik**

Jenis Energi	Setara Energi	Referensi
1 kg gas metan	6,13 x 10 <sup>7</sup> J	<i>Renewable energy Conversion, Transmision and Storage</i> , Bent Sorensen
1 kWh	3,6 x 10 <sup>6</sup> J	
1 m <sup>3</sup> gas metan massa jenis gas metan adalah 0,656 kg/m <sup>3</sup>	4,0213 x 10 <sup>7</sup> J	
	11,17 kWh	
1 m <sup>3</sup> gas metan		

### Metode Penelitian

Secara garis besar, tahapan penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap, yaitu tahap identifikasi, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data dan analisis, dan tahap kesimpulan.

#### 1. Tahap identifikasi

Tahap identifikasi lapangan pada penelitian ini dilakakukan untuk mengetahui bagaimana mekanisme sistem pertanian terintegrasi yang ada di Desa Langse, Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati.

#### 2. Studi Literatur.

Beberapa teori pendukung yang akan digunakan antara lain teori tentang pembentukan biogas, digester biogas dan koversi energy biogas.

### 3. Identifikasi data/lokasi studi kasus

Dalam melakukan penelitian mengenai konversi tenaga biogas dibutuhkan data dan lokasi sebagai contoh kasus. Lokasi yang dipilih adalah Desa Langse, Kabupaten Pati.

### 4. Pengumpulan data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang berupa :

#### 1. Data Primer

Merupakan data yang didapat dari survey lapangan melalui pengamatan berupa foto-foto kondisi proyek pembuatan instalasi biogas dan sosialisasi konversi energy biogas menjadi energy listrik.

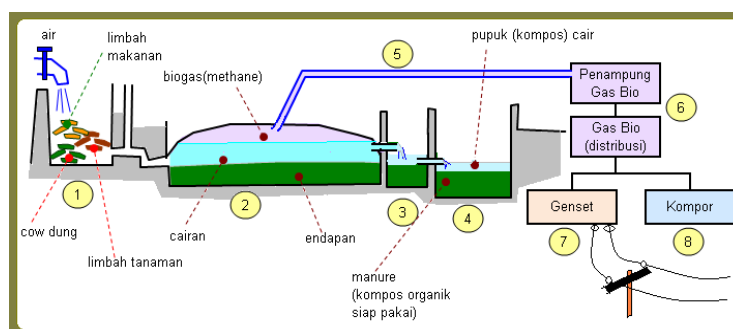
#### 2. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pustaka terkait :

- a. Data produksi gas
- b. Data konversi energi biogas menjadi energi listrik.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Sistem Kerja Sebuah Instalasi Biogas (Aspek Teknis)

Pada sebuah instalasi biogas, selalu terdapat reaktor atau digester. Reaktor adalah sebuah ruang tertutup yang digunakan sebagai media penyimpanan kotoran selama beberapa hari untuk menghasilkan gas yang tersimpan bersama kotoran yang kemudian disebut biogas. Dari beberapa jenis digester biogas yang sering digunakan adalah jenis kubah tetap (Fixed-dome) dan jenis Drum mengambang (Floating drum). Sistem produksi biogas dibedakan menurut cara pengisian bahan bakunya, yaitu pengisian curah dan pengisian kontinyu. Yang dimaksud dengan sistem pengisian curah (SPC) adalah cara pengantian bahan yang dilakukan dengan mengeluarkan sisa bahan yang sudah dicerna dari tangki pencerna setelah produksi biogas berhenti, dan selanjutnya dilakukan pengisian bahan baku yang baru. Sedangkan Yang dimaksud dengan pengisian kontinyu (SPK) adalah pengisian bahan baku kedalam tangki pencerna dilakukan secara kontinyu (setiap hari) tiga hingga empat minggu sejak pengisian awal, tanpa harus mengeluarkan bahan yang sudah dicerna.

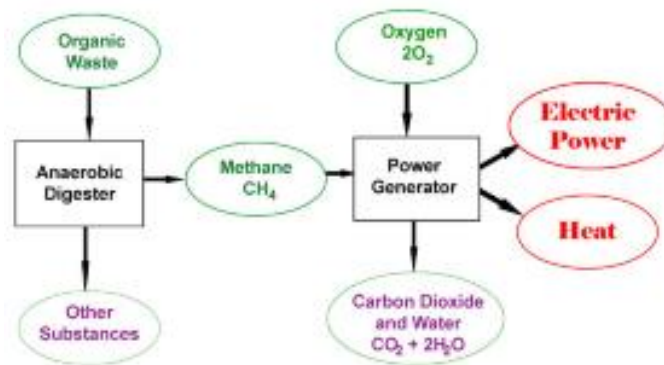


**Gambar 1. Skema Bioreaktor Kapal Selam.**

Pada Gambar di atas dapat dilihat Skema Bioreaktor Kapal Selam menghasilkan kompos, Pupuk Organik Cair, dan Biogas yang kemudian dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga, pertanian maupun sebagai sumber energi listrik.

### 3.2 Analisis Aspek Teknis Pembangkit Listrik Biogas di Desa Langse

Berikut ini akan dijelaskan proses pembangkitan energi listrik dari sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Biogas mulai dari proses pengolahan kotoran sapi menjadi biogas yang disebut dengan Anaerobic Digestion, hingga proses perubahan biogas menjadi energi listrik yang siap digunakan oleh para penduduk. Berikut diagram alir (flowchart) proses-proses tersebut.



**Gambar 2. Biogas power generation flows chart**

Dari diagram alir di atas, dapat dijelaskan bahwa bahan-bahan organik dalam dalam hal ini kotoran sapi yang ditambahkan dengan air akan menjadi bahan baku utama proses Anaerobik. Proses tersebut akan menghasilkan Gas Methan ( $\text{CH}_4$ ) dan zat sisa. Zat sisa proses Anaerobik dapat digunakan sebagai pupuk urea, sedangkan Gas Methan itulah yang disebut sebagai biogas. Biogas tersebut kemudian digunakan sebagai bahan bakar sebuah Generator Set (Genset) biogas yang terdiri dari sebuah Mesin Gas sebagai motor penggerak sebuah Generator. Mesin Gas tersebut menggunakan Oksigen (dari udara bebas) dan biogas sebagai bahan bakar proses pembakaran, dan menghasilkan Karbondioksida dan uap air sebagai zat hasil pembakaran. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator dapat segera digunakan oleh penduduk. Selain itu, biogas juga dapat digunakan untuk memasak dan lampu petromaks.

### 3.3 Kapasitas Biogas Sebagai Bahan Bakar Generator Listrik di desa Langse

Di Peternakan Dular Ganjar, Desa Langse terdapat tidak kurang dari 300 ekor Kambing / Domba. Sehingga penanganan limbahnya baik itu limbah padat maupun cair dalam bentuk feses dan urine yang dibuang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan.:

Diketahui bahwa seekor kambing/domba dapat menghasilkan limbah berupa feses dan urine lebih kurang 1,5 kg per hari. Dan untuk mengetahui proses konversi kotoran sapi menjadi biogas dapat dilihat dari tabel berikut yang didapatkan dari Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian:

**Tabel 4. Kandungan Bahan Kering dan Volume Gas yang Dihasilkan Tiap Jenis Kotoran**

Jenis	Banyak Tinja (Kg/hari)	Kandungan Bahan kering- BK (%)	Biogas yang dihasilkan (m <sup>3</sup> /kg.BK)
Gajah	30	18	0,018-0,025
Sapi/Kerbau	25-30	20	0,023-0,040
Kambing/Domba	1,48	26	0,040-0,059
Ayam	0,18	28	0,065-0,116
Itik	0,34	38	0,065-0,116
Babi	7	9	0,040-0,059
Manusia	0,25-0,4	23	0,020-0,028

Sumber : (BBMKP, 2008)

Dari tabel di atas dapat diketahui jumlah potensi biogas yang dapat dihasilkan oleh limbah kotoran kambing/domba yang berada di Peternakan Mekarsari melalui perhitungan sebagai berikut :

Jumlah Kambing/Domba di peternakan Kelompok Tani Dulur Ganjar Desa Langse berjumlah 300 ekor.

- Yang mampu menghasilkan 1,5 kg kotoran per hari.
  - Maka, produksi kotoran kambing/domba perhari di Peternakan Dulur Ganjar adalah sebesar :  $300 \times 1,5 = 450$  kg / hari
  - Kandungan bahan kering untuk kotoran kambing/kerbau adalah 26 %, maka kandungan bahan kering total adalah :  $450 \times 0,26 = 117$  kg.BK
  - Sehingga, Potensi biogas dari kotoran kambing/domba di Peternakan Kelompok Tani Dulur Ganjar Desa Langse adalah sebesar :  $117 \times 0,059 = 6,9$  m<sup>3</sup>/hari
- Berdasarkan sumber Departemen Pertanian, untuk mengetahui konversi biogas menjadi energi lain, dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 6. Konversi Biogas dan Penggunaannya**

Penggunaan	Energi 1 m <sup>3</sup> biogas
Penerangan	Lampu 60-100 Watt selama 6 jam
Memasak	Memasak 3 Jenis makanan untuk 5-6 orang
Tenaga	Menjalankan Motor 1 HP selama 2 jam
Listrik	4,7 kWh energi Listrik

\*Sumber : • (Suriawiria, 2005) dan Suhendra (2008)

Dengan demikian potensi energi listrik yang dihasilkan dari limbah kotoran kambing/domba yang ada di Peternakan Dulur Ganjar Desa Langse adalah :

$$6,9 \text{ m}^3/\text{hari} \times 4,7 \text{ kWh} = 32,4 \text{ kWh} / \text{hari dengan daya keluaran} = 32,4 / 24 = 1,35 \text{ kW.}$$

Dengan kapasitas 32,4 kWh/hari maka biogas dari kotoran kambing/domba dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan di sekitar Peternakan Dulur Ganjar Desa Langse Pati untuk pembangkit listrik isolated.



#### 4. KESIMPULAN

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

1. Biogas memiliki prospek yang baik sebagai energi alternatif pengganti energi tidak terbarukan di Indonesia yang sedang mengalami krisis energi yang ditandai dengan semakin langka dan tingginya harga bahan bakar yang berdampak pada semakin tingginya biaya produksi pembangkit tenaga listrik. Di Peternakan Kelompok Tani-Dulur Ganjar, pemanfaatan biogas dengan menggunakan kotoran kambing/domba sangat potensial, dari 300 ekor kambing/domba berpotensi menghasilkan energi listrik sebesar 32,4 kWh/hari.
2. Sebagian besar pembangkit tenaga listrik yang menyuplai wilayah Kabupaten Pati masih menggunakan sumber energi berbahan bahan energi *non-renewable*. Semakin menipisnya bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit *non renewable* tersebut, maka pembangkit listrik dengan bahan bakar renewable mutlak diperlukan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balai Besar pengembangan mekanisme pertanian, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, 2008.
- [2] Budiman R. Saragih. 2010. Analisis potensi biogas untuk menghasilkan energilistrik dan termal pada gedung komersil di daerah perkotaan. Universitas Indoensia. Jakarta.
- [3] Feber Suhendra, *The Usage Of biogas Technology To Reduce Livestock Pollutant in Bali on Clean Development Mechanism*, Mulya Tiara Nusa, 2008.
- [4] Hanif, Andi. Studi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Listrik 10 Kw Kelompok Tani Mekarsari Desa Dander Bojonegoro Menuju Desa Mandiri Energi. Fakultas Teknologi Industri. ITS Surabaya. 2011.
- [5] Latiefah, S., dkk. Konversi Energi Biogas Menjadi Energi Listrik Sebagai Alternatif Energi Terbarukan Dan Ramah Lingkungan Di Desa Pangpajung Madura. LKTI Nasional. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 2014.
- [6] Suriawiria, Menuai Biogas dari Limbah, 2005.
- [7] Anonim, <https://www.antaranews.com/berita/975574/bioreaktor-kapal-selam-ubah-limbah-jadi-energi-28/07/19>
- [8] Nurhasanah, A., T.W. Widodo., A. Asari dan E. Rahmarestia. 2006. Perkembangan Digester Biogas di Indonesia.<http://www.mekanisasi.litbang.go.id>. (30 Oktober 2014).
- [9] Sorensen, Bent., 2007. *Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage*
- [10] Wahyuni, 2008. Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi Sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan Beserta Aspek Sosio Kulturalnya. Inotek, 150-160