

Studi Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Energi Listrik di Dusun Kaliurang Timur, Kelurahan Hargobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta

Andik Yulianto¹, Agung Nugroho Adi², dan Hervian Lanang Priyambodo³

^{1,3}Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta

²Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia, Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta
email: andik_y@ftsp.uui.ac.id¹, nugroho@fti.uui.ac.id², gue_lanang@yahoo.co.id³

Abstrak

Biogas adalah gas mudah terbakar yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob. Dengan kandungan utama berupa gas metana, biogas mempunyai potensi yang sangat besar untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif. Pemanfaatan biogas sebagai sumber energi dapat dilakukan secara langsung, dengan membakar biogas tersebut, atau secara tidak langsung dengan mengubahnya menjadi bentuk energi lain seperti listrik. Sebagian warga Dusun Kaliurang Timur, Kelurahan Hargobinangun, Kecamatan Pakem, Sleman selama ini telah memanfaatkan biogas secara langsung. Studi terdahulu pada lokasi yang sama (Yulianto dan Purnomo, 2009) menunjukkan potensi biogas yang dapat dihasilkan oleh 54 ekor sapi di dusun tersebut adalah 362,88 m³/hari. Studi lanjutan ini bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan biogas di dusun tersebut dengan mengonversi terlebih dahulu menjadi energi listrik. Kajian dilakukan pula pada estimasi pembangkitan daya, jenis mesin penggerak, dan analisa ekonomi. Dari volume biogas yang diproduksi per hari diperkirakan energi ini setara dengan listrik sebesar 18,75 kW. Sedangkan dari analisa teknis dan ekonomis, mesin penggerak pembangkit listrik berbahan bakar biogas skala rumah tangga yang cocok dikembangkan di Dusun Kaliurang Timur adalah menggunakan mesin diesel dengan estimasi pembangkitan daya sebesar 3kW dan waktu operasional 12 jam/hari. Kondisi ini layak secara ekonomi layak dengan BC ratio 1,76 serta simple pay back 1,9 tahun.

Kata kunci: biogas, energi listrik, konversi, mesin penggerak,

1. Pendahuluan

Salah satu bahan bakar alternatif yang saat ini sedang dikembangkan adalah biogas. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses anaerobik dimana molekul karbon kompleks yang terkandung di dalam bahan organik didegradasi menjadi molekul dengan struktur yang lebih sederhana termasuk didalamnya CH₄ dan CO₂ (Omer, 2007). Tujuan dari pemanfaatan biogas adalah mencari sumber energi lain selain minyak tanah dan kayu bakar (Simamora, et al, 2006). Untuk kasus di Indonesia sebagian besar pemanfaatan biogas hanya terbatas pada kegiatan untuk memasak dan memanaskan, padahal biogas mengandung bahan utama CH₄ yang dapat dipergunakan sebagai bahan bakar dalam pembangkit energi listrik karena mempunyai nilai kalor yang cukup besar yaitu sebesar 23.880 Btu/lbm.

Hasil produksi biogas Dusun Kaliurang Timur yang merupakan potret umum kampung di wilayah utara Yogyakarta, dimana sebagian besar penduduknya bekerja pada sektor peternakan sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit energi listrik.

Sehingga, pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar pembangkit energi listrik dalam skala rumah tangga dapat dijadikan solusi bagi permasalahan krisis energi khususnya energi listrik, dimana rasio kelistrikan pada tahun 2002 hanya sekitar 52% (Widodo, 2007).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kepustakaan atau studi pustaka (*library research*), yaitu penelitian yang menggunakan bahan yang bukan dari sumber pertama sebagai sarana untuk memperoleh data atau informasi untuk menjawab masalah yang diteliti. Teknik analisa data yang digunakan adalah teknik deskriptif kualitatif.

Langkah analisa data meliputi:

- a. Identifikasi daerah studi, dalam hal ini Dusun Kaliurang Timur.
- b. Penentuan potensi biogas di daerah studi yang bisa dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik.
- c. Analisis ekonomi dan teknik terhadap data yang telah terkumpul untuk menentukan sistem pembangkit listrik tenaga biogas akan yang digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pembahasan serta analisa berbagai macam sumber-sumber energi terbarukan yang dapat digunakan sebagai pembangkit alternatif energi listrik, yaitu: energi angin, energi panas bumi, energi samudra, energi surya dan biogas didapatkan hasil bahwa dengan mempertimbangkan kemudahan sistem konversi, kemudahan pengoperasian, biaya investasi serta potensi yang dimiliki untuk dikonversi menjadi energi listrik, maka biogas merupakan sumber energi alternatif yang perlu mendapat prioritas dalam pengembangannya dibandingkan sumber energi yang lain (Priyambodo, 2010).

Potensi Biogas

Dusun Kaliurang Timur memiliki 54 ekor sapi, dimana seekor sapi menghasilkan 28 kg tinja per hari. Sehingga kotoran yang dihasilkan adalah $54 \times 28 \text{ kg} = 1.512 \text{ kg}$.

Di dalam 1 kg kotoran sapi terdapat $\pm 0,24 \text{ m}^3$ biogas, sehingga dapat diketahui banyaknya potensi biogas di Dusun Kaliurang Timur adalah:

$$\begin{aligned}\text{Potensi biogas} &= 0,24 \text{ m}^3 \times \text{banyaknya kotoran sapi} \\ &= 0,24 \text{ m}^3 \times 1.512 \text{ kg} \\ &= 362,88 \text{ m}^3 \text{ biogas}\end{aligned}$$

Diketahui bahwa 1 m³ biogas dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 1,24 kWh, sehingga untuk 362,88 m³ biogas dapat membangkitkan energi sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Besar energi} &= \text{banyak biogas} \times \text{energi yang dibangkitkan per m}^3 \\ &= 362,88 \text{ m}^3 \times 1,24 \text{ kWh} \\ &= 449,97 \approx 450 \text{ kWh} \\ &= 18,75 \text{ kW continues}\end{aligned}$$

Jadi, secara teoritis potensi biogas di Dusun Kaliurang Timur adalah sebesar 362,88 m³ dengan potensi energi listrik yang dapat dibangkitkan sebesar 18,75 kW.

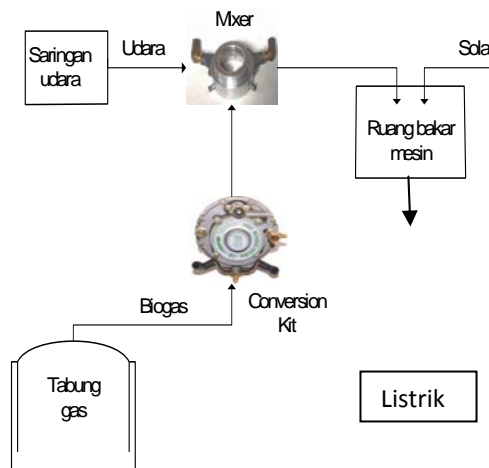
Perkiraan Gas Metana

Pengujian gas metana dilakukan disalah satu rumah warga yang memiliki reaktor biogas dengan jumlah hewan ternak (sapi) adalah 8 (delapan) ekor. Hasil perhitungan adalah sebagai berikut (Haripurnomo, 2009):

- Padatan kering yang diproses (ton) pada awal proses anaerobic = 28 kg • 20% • 8 ekor sapi = 44,8 kg/hari = 0,045 ton/hari
- Potensial metana = 200.000 g/ton • 0,045 ton/hari = 9000 g/hari • 14 hari = 126.000 gr
- Bahan organik yang terurai oleh mikroorganisme (selama 14 hari) = 61%
- Produksi metan = 200.000 g/ton • 61/65 • 0,045 ton/hari = 8446 gr

Mesin Penggerak

Berdasarkan pembahasan serta analisa yang telah dilakukan mesin penggerak yang secara teknis dapat diterapkan di Dusun kaliurang Timur adalah mesin diesel (Priyambodo, 2010). Pemilihan mesin diesel sebagai mesin penggerak didasarkan atas alasan kemudahan pengoperasian, ketersediaan di pasaran serta murahnya biaya investasi jika dibandingkan dengan mesin Stirling dan mesin uap. Gambar 1 adalah skema sistem konversi biogas menjadi energi listrik dengan menggunakan mesin diesel.



Gambar 1 adalah skema sistem konversi biogas menjadi energi listrik dengan menggunakan mesin diesel

Analisa Ekonomi

Perhitungan ekonomi penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) di Dusun Kaliurang Timur dengan pemakaian mesin diesel dan dibandingkan dengan keuntungan listrik yang dihasilkan yang disesuaikan dengan tarif dasar listrik PLN.

▪ Perkiraan biaya investasi PLTBG:

1. Instalasi biogas = Rp. 4.000.000 (umur teknis ekonomis 10 tahun)
2. Harga mesin diesel 3kw = Rp. 2.500.000,00
3. Conversion kit + mixer = Rp. 4.800.000,00
4. Total investasi = Rp. 11.300.000,00

▪ Perkiraan biaya operasional

1. Kebutuhan bahan bakar selain biogas per tahun = Rp. 3.888.000,00
2. Perawatan rutin per tahun (0,05 x harga mesin) = Rp. 125.000,00
3. Total biaya operasional = Rp. 4.013.000,00

Untuk perhitung biaya penggunaan listrik setiap bulan yang harus dibayar oleh pelanggan listrik ke PT. PLN (Persero) dihitung berdasarkan catatan Alat Pengukur dan Pembatas (APP) atau kWh meter dan akan dicantumkan pada Rekening Listrik Pelanggan. Harga listrik berdasarkan Tarif Dasar Listrik (TDL) PLN yang berlaku. Tarif Dasar Listrik (TDL) untuk golongan R1 (< 2200 VA), 1 kWh = Rp 320,- untuk pemakaian sampai dengan 20 kWh, golongan R2 (2200 VA – 6600 VA), 1 kWh = Rp 575,- dan golongan R3 (>2200 VA), 1 kWh = Rp 621, -.

- Biaya pemakaian listrik dihitung dengan formula:

$$\text{Biaya listrik} = \text{biaya beban} + \text{biaya pemakaian}$$

$$\text{Biaya beban} = \text{VA (daya kontrak)} \times \text{TARIF (biaya beban)}$$

$$\text{Biaya pemakaian} = (\text{kWh hemat} \times \text{TARIF bersubsidi}) + (\text{kWh lebih} \times \text{TARIF keekonomian})$$

- Biaya beban besarnya tetap tergantung dari besarnya kontrak daya tersambung (VA). Sedangkan biaya pemakaian besarnya bervariasi tergantung dari banyaknya listrik yang dipakai per bulan.
- kWh hemat adalah jumlah kWh yang dikonsumsi hingga batas hemat, yaitu 50% dari jam nyala pemakaian listrik rata-rata nasional x kVA daya kontrak.
- kWh lebih adalah jumlah kWh yang dikonsumsi melebihi batas hemat.
- TARIF bersubsidi adalah tarif regular sesuai Tarif Dasar Listrik (TDL).
- TARIF keekonomian adalah tarif multiguna = Rp 1.380/kWh.
- Batas hemat kWh untuk setiap pelanggan = batas hemat jam nyala x kVA daya kontrak.

Perhitungan tagihan rekening listrik PLN dengan pemakaian 30 kWh selama 12 jam (450 kWh per bulan) dan daya terpasang 1.300 VA adalah sebagai berikut:

1. Tarif biaya beban = Rp 30.100/kVA (sesuai TDL 2004)
2. Tarif biaya pemakaian s.d batas hemat = Rp 445/kWh
3. Tarif biaya pemakaian di atas batas hemat = Rp 1.380/kWh
4. Batas hemat nyala = 58 jam/bulan
5. Batas hemat kWh = 58 jam/bulan x 1.300 VA = 75,4 kWh/bulan
6. Tarif keekonomian = 450 – 75,5 = 374,5 kWh.

- Perhitungan tagihan:

$$\text{Biaya beban} = 1.300 \text{ VA} \times \text{Rp } 30,1/\text{VA} = \text{Rp } 39.130$$

$$\text{Biaya kWh bersubsidi} = 75,4 \text{ kWh} \times \text{Rp } 445/\text{kWh} = \text{Rp } 33.553$$

$$\text{Biaya kWh tarif keekonomian} = 374,5 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1.380/\text{kWh} = \text{Rp } 516.810$$

$$\text{Total tagihan (belum termasuk pajak dan materai)} = \text{Rp } 589.493$$

$$\text{Total tagihan PLN dalam satu tahun} = 12 \times \text{Rp } 589.493 = \text{Rp } 7.073.916$$

Analisa ekonomi pembangkit listrik tenaga biogas dengan mesin penggerak dari mesin diesel untuk Dusun Kalirang Timur adalah:

Total investasi = Rp. 11.300.000

Umur teknis ekonomis 10 Tahun

Depresiasi = Rp. 11.300.000 / 10
= Rp. 1.130.000

Cash flow = Keuntungan + Depresiasi- biaya operasional
= Rp. 7.073.926 + Rp. 1.130.000 – Rp. 4.013.000
= Rp. 4.190.926

IRR(Initial Rate of Return) = 37 %

BCR (Benefit Cost Ratio) = 1,76

PB (Pay Back) = 1 tahun 9 bulan

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa setiap penambahan biaya Rp 1 akan diperoleh keuntungan Rp 1,76.

4. Kesimpulan

- Potensi biogas yang terdapat di Dusun Kaliurang Timur adalah sebesar 362,88 m³ dengan potensi energi listrik yang dapat dibangkitkan sebesar 18,75 kW.
- Perkiraan gas metana yang dihasilkan oleh reaktor biogas di Dusun Kaliurang Timur adalah sebesar 8.446 gr.
- Secara teknis mesin penggerak generator pada pembangkit listrik tenaga biogas di Dusun Kaliurang Timur lebih baik dengan penggunaan mesin diesel karena dari operasi dan pemeliharaan lebih baik dibanding dengan mesin Stirling dan mesin uap.
- Analisis ekonomi dengan data biaya daya listrik (PLN) sebesar Rp 445/kwh dan waktu operasional 12 jam/hari menunjukkan pemanfaatan biogas untuk generator listrik secara ekonomi layak dengan BC ratio 1,76 serta *simple pay back* 1,9 tahun.

5. Saran

- a. Melihat bahwa biogas memiliki potensi yang cukup besar sebagai bahan bakar pembangkit energi listrik, sudah selayaknya diadakan proyek percontohan.
- b. Perlu adanya kerjasama antara pemerintah maupun pihak swasta dengan peternakan sapi untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas.
- c. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan dan pemodifikasian mesin penggerak dengan bahan bakar biogas agar lebih aplikatif untuk skala rumah tangga.

Daftar Pustaka

- Haripurnomo, Kartika. (2009). Evaluasi Instalasi Biogas di Kecamatan Pakem dan Jogja International Hospital (JIH) Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan UII. Yogyakarta.
- Omer, AM. (2007). Organic Waste Treatment For Power Production and Energy Supply. *Journal of Cell and Animal Biology*. Vol 1 No: 2, Oktober 2007 p: 034-047.
- Priyambodo, Hervian Lanang. (2010). Studi Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Energi Listrik di Dusun Kaliurang Timur, Pakem, Sleman, Yogyakarta. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan UII. Yogyakarta.
- Simamora, S., Salundik, SW., dan Surajudin. (2006). *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Widodo, TW. (2007). Biogas untuk Generator Listrik Skala Rumah Tangga. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol 2 No: 2, 2007.