

POTENSI BIOGAS DARI SAMPAH ORGANIK KAMPUS DENGAN BIODIGESTER SISTEM KERING

Lilya Irsianti Fadlilah¹⁾, Aryo Sasmita²⁾, David Andrio²⁾

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan¹⁾, Dosen Program Studi Teknik Lingkungan²⁾,
Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28289

E-mail: lilyafadlilah@gmail.com

ABSTRACT

The volume of waste generation is increasing along with the increasing consumption of the people of the University of Riau every day, where the organic waste material that is processed is 137.16 Kg/day which has an impact on the accumulation of waste, especially at the TPS of Riau University. Therefore, an alternative waste management is needed to reduce the volume of waste that will be transported to the landfill by processing organic waste into biogas through biodigester technology. This study aims to design an appropriate anaerobic digester reactor system to treat the organic waste produced. By using the method of collecting and processing secondary data, then analyzed economically using the NPV (Net Present Value) method. From the results of the economic analysis carried out, it was found that the selected digester was a dry system digester with an NPV value of Rp. 27,384,143. The dimensions for the biocel reactor are obtained with the following description; length 3 m, width 3 m, height 1,266 m and the number of reactors as many as 15 units and the amount of biogas production per day is 5,706 m³/day.

Keywords: Organic Waste, Biogas, Biocel Reactor, NPV (Net Present Value)

1. PENDAHULUAN

Umumnya semua jenis bahan organik bisa diproses untuk menghasilkan biogas. Biogas secara alami banyak terdapat di rawa dan sawah, dihasilkan oleh bakteri metanogenik anaerobik (bakteri penghasil gas metan yang hanya dapat hidup dalam kondisi bebas oksigen) dari proses perombakan bahan-bahan organik. Biogas tersusun atas berbagai macam gas yang didominasi oleh gas metan (55-75 %) dan karbondioksida (25-45 %). Biogas memiliki nilai kalori yang cukup tinggi, sebesar 6.000 watt/jam (setara dengan setengah liter minyak diesel), sehingga dapat dipakai sebagai sumber energi alternatif bagi masyarakat (Wahyuni,2008).

Universitas Riau menghasilkan timbulan sampah rata-rata per hari di Kampus Bina Widya adalah 815,59 kg/hari dengan persentase sampah organik sebesar 49,45% didominasi oleh sampah sisa makanan yang merupakan bahan potensial dengan ketersediaan yang cukup banyak di kampus Universitas Riau dengan persentase 25,04% (Febria,2014). Menurut Wardana (2012) dalam penelitiannya menyatakan bahwa limbah-limbah kantin memiliki potensi untuk menjadi sumber energi terbarukan, yaitu biogas. Metode yang sering digunakan untuk menghasilkan biogas adalah dengan menggunakan *Anaerobic Digester*. Ada 2

jenis sistem pada *Anaerobic Digester*, yaitu ada sistem basah dan sistem kering.

Tabel 1. Kriteria Desain Digester Sistem Kering

Kriteria	Keterangan
Sampah yang dikelola	Hanya sampah organik ¹⁾
Volume reaktor	Volume reaktor kecil ¹⁾
<i>Organic Loading Rate</i>	$<7 \text{ kgVS/m}^3/\text{hari}$ ⁴⁾
Kebutuhan air	Lebih sedikit ¹⁾
Kebutuhan energi panas	Lebih kecil ¹⁾
Waktu detensi	15 – 21 hari ²⁾
Laju Produksi biogas	$0,17\text{-}0,1 \text{ m}^3/\text{kgVS}^3)$
Ukuran Substrat	Ukuran substrat tidak perlu terlalu kecil ($<20 \text{ cm}$) ⁵⁾

Sumber :¹⁾Vandevivere, 2001, ²⁾Brummeler,2000,

³⁾Tchobanoglous,1993 ⁴⁾Kim dan Oh,2008,

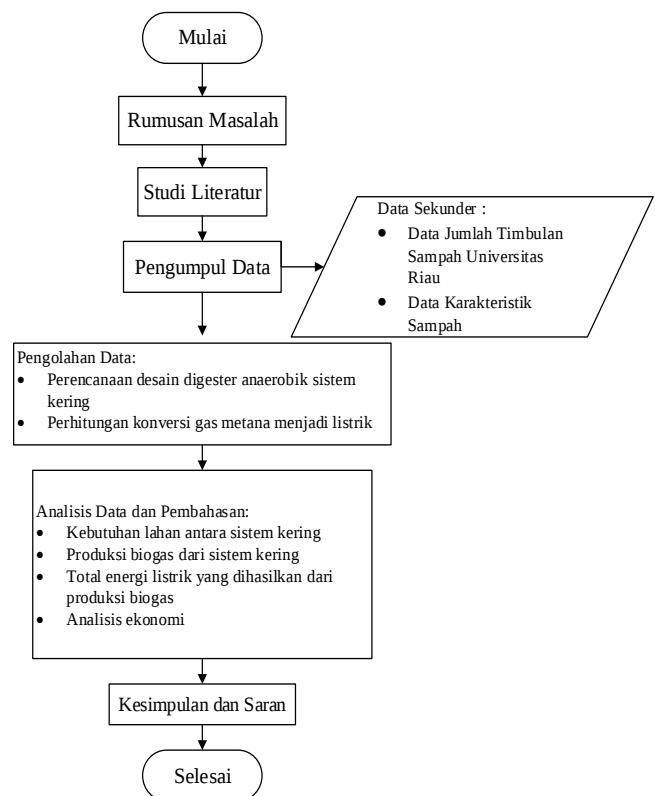
⁵⁾Environmental Canada,2013

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

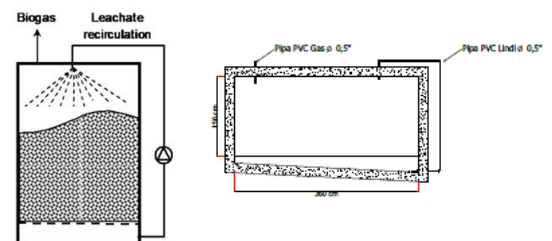
1. Merencanakan reaktor Anaerobik Digester sistem kering untuk sampah yang dihasilkan dari kegiatan civitas akademika Universitas Riau.
2. Menganalisis potensi energi listrik dari produksi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari sampah organik Universitas Riau.
3. Melakukan analisis ekonomi perencanaan Anaerobik Digester sistem kering.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mencakup tentang perencanaan gambar reaktor dari sistem kering. Menjabarkan tentang jumlah biogas yang dihasilkan dan jumlah yang dihasilkan jika di konversi dalam bentuk energi listrik. Untuk lokasi penelitian bertempat di Kampus Bina Widya Universitas Riau.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Reaktor tipe Biocel

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Anaerobik Digester Sistem Kering

a. Volume sampah yang dihasilkan

Volume sampah total yang dihasilkan dari berbagai kegiatan di Universitas Riau sebesar 9.448,09 l/hari, didapatkan volume sampah *biodegradable* sebesar 4,273 m^3/hari dengan berat sampah organik sebesar 137,16 kg/hari.

b. Waktu detensi

Menurut Brummeler (1993), dalam mengolah sampah organik sayur, buah, dan kebun setelah 15 hari laju produksi gas akan menurun.

c. Penambahan *inoculum*

Pada reaktor biocel, faktor inokulum yang optimal adalah 0,5 (Brummeler, 1993).

Untuk mendapatkan faktor inokulum sebesar 0,5 dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$I = \frac{R}{Q+R}$$

$$0,5 = \frac{R}{(4,273 \frac{m^3}{hari})+R}$$

$$R = 4,273 m^3/hari$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, penambahan digestate yang dibutuhkan untuk mendapatkan waktu detensi selama 15 hari adalah $4,273 m^3/hari$ atau perbandingan jumlah sampah dan digestate 1:1.

d. Volume efektif

Berdasarkan Vogel et al (2014), volume efektif untuk reaktor anaerobik digester adalah sebesar 75% dari total volume reaktor.

- Volume efektif

$$= \text{Volume sampah} + \text{inokulum}$$

$$= 4,273 m^3/hari + 4,273 m^3/hari$$

$$= 8,546 m^3/hari$$

- Volume total

$$= \frac{100}{75} \times 8,546 m^3/hari$$

$$= 11,395 m^3/hari$$

Tinggi reaktor yang direncanakan dapat dijangkau oleh pekerja dengan mudah agar proses pengisian bahan baku dan pengosongan digestate lebih efektif. Berdasarkan pertimbangan tersebut, asumsi dimensi reaktor biocel adalah sebagai berikut:

$$\text{Panjang reaktor} = 3 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar reaktor} = 3 \text{ meter}$$

$$\text{Tinggi reaktor} = \frac{\text{Volume Total}}{P \times L}$$

$$= \frac{11,395 m^3/hari}{3 \text{ meter} \times 3 \text{ meter}}$$

$$= 1,266 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah Digester} = 15 \text{ buah}$$

e. *Organic Loading Rate* (OLR)

Berdasarkan kriteria desain, nilai OLR untuk tiap reaktor harus kurang dari $7 \text{ kgVS}/m^3/hari$. Persamaan yang digunakan untuk menghitung OLR adalah sebagai berikut :

OLR

$$= \left(\frac{Q (m^3) \times S \left(\frac{KgVS}{m^3} \right)}{\text{Volume Reaktor} (m^3)} \right) \times \frac{1}{HRT}$$

OLR

$$= \left(\frac{33,559 \text{ KgVS}/m^3}{11,395 m^3/hari} \right) \times \frac{1}{15}$$

$$= 0,196 \text{ KgVS}/m^3/hari$$

f. Ruang Lindi

Menurut Souza et al (2012),
densitas air lindi adalah 999 kg/m^3 .

$$\begin{aligned}\text{Massa lindi} &= \% \text{ Kadar Air} \times \\ &\text{Sampah yang diolah} \\ &= 37,6 \% \times 137,16 \text{ kg} \\ &= 15,572 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume lindi} &= \frac{\text{Massa lindi}}{\text{Densitas Lindi}} \\ &= \frac{15,572 \text{ kg}}{999 \text{ kg/m}^3} \\ &= 0,015 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Penampung lindi diletakkan di bawah reaktor anaerobik digester, sehingga panjang dan lebar penampung berukuran sama dengan reaktor anaerobik digester.

$$\text{Panjang} = 3 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar} = 3 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi} &= \frac{0,015}{3 \text{ m} \times 3 \text{ m}} \\ &= 1,667 \times 10^{-3} \text{ m}\end{aligned}$$

Untuk meresirkulasi air lindi ke reaktor, digunakan pipa PVC berdiameter $\frac{1}{2}$ inchi dan dilengkapi dengan valve untuk mengatur kebutuhan air lindi (Agatha, 2017).

g. Lahan yang diperlukan

Diketahui panjang reaktor biocel sebesar 3 meter dan lebar sebesar 3 meter, dengan jumlah reaktor sebanyak 15 buah.

Luas lahan yang diperlukan

$$\begin{aligned}&= P \times L \times \text{Jumlah reaktor} \\ &= 3 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 15\end{aligned}$$

$$= 135 \text{ m}^2$$

h. Produksi biogas per hari

$$\begin{aligned}\text{Volume biogas (m}^3\text{)} &= 0,17 \text{ m}^3/\text{kgVS} \times \% \text{VS} \\ &= 0,17 \text{ m}^3/\text{kgVS} \times 33,566 \text{ KgVS} \\ &= 5,706 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

i. Energi listrik per hari (kWh)

$$\begin{aligned}&= \text{Gas yang dihasilkan per hari} \times \\ &\text{Kesebandingan nilai biogas dengan} \\ &\text{energi listrik (kWh)} \\ &= 5,706 \text{ m}^3 \times 11,17 \text{ kWh} \\ &= 63,736 \text{ kWh}\end{aligned}$$

j. Ketahanan energi listrik untuk dipakai

$$\text{Waktu} = \frac{\text{Energi Listrik (kWh)}}{\text{Daya Listrik (kW)}}$$

$$\text{Waktu} = \frac{63,736 \text{ kWh}}{5 \text{ kW}}$$

$$\text{Waktu} = 12,747 \text{ hour}$$

3.2 Analisis Ekonomi

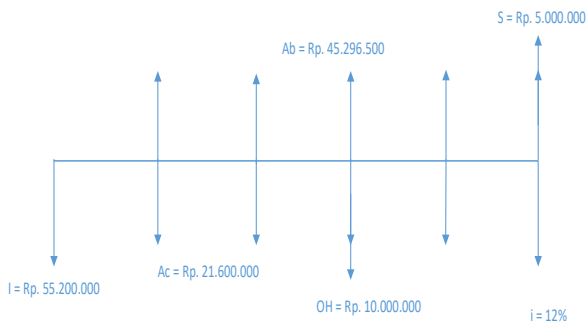
Untuk perhitungan RAB mengacu pada standar harga barang dan jasa pemerintah Kota Pekanbaru pada tahun 2020 dan perhitungan pada Permen PUPR NO. 28 Tahun 2016.

a. Analisis ekonomi sistem kering

Tabel 2. Proyeksi *Cashflow* Sistem Kering

Nama Item	Jumlah
Biaya Investasi	Rp. 55.200.000
<i>Annual Benefit</i>	Rp. 45.296.500
<i>Annual Cost</i>	Rp. 1.800.000/bulan
<i>Overhaul</i> pada tahun ke-3	Rp.10.000.000
Sisa	Rp. 5.000.000
Umur Investasi	5 Tahun
Suku Bunga	12 %

Sumber : Hasil Pengolahan Data



Gambar 3. Diagram *Cashflow* Sistem Kering

Didapatkan hasil dari perhitungan dengan metode NPV pada reaktor sistem kering sebesar Rp. 27.384.143 dimana hasil dari perhitungan menunjukkan angka lebih besar dari pada 0 (>0). Karena Rp. 27.384.143 > 0 maka, perencanaan layak dilakukan.

4. Kesimpulan

- Didapatkan dimensi untuk reaktor biocel dengan uraian sebagai berikut ; panjang 3 m, lebar 3 m, tinggi 1,266 m dan jumlah reaktor sebanyak 15 buah.
- Potensi biogas yang dikonversi menjadi energi listrik cukup potensial yaitu sebesar 63,736 kWh
- Didapatkan hasil analisis ekonomi teknik dengan metode NPV (*Net Present Value*) pada reaktor biocel sebesar Rp. 27.384.143 dan layak untuk di lakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brummeler, E. (1993). *Dry Anaerobic Digestion of The Organic Fraction of Municipal Solid Waste*.Wegeningen. 21 April 1993
- Environment Canada. (2013). *Technical Document on Municipal Solid Waste Organiks Processing*, 2013: Public Works and Government Services of Canada.
- Febrina, S. (2014). Studi Timbulan Dan Komposisi sampah Sebagai Dasar Perencanaan Sistem Pengelolaan Sampah di Kampus Bina Widya Universitas Riau. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Purnaini, R. (2011). Perencanaan Pengelolaan Sampah di Kawasan Selatan Universitas Tanjungpura. *Jurnal Teknik Sipil UNTAN*. Vol 11 No 1.
- Ricci, M. & Confalonieri, A., (2016). *Technical Guidance on the Operation of Organik Waste Treatment Plants*, s.l.: International Solid Waste Association.
- Tchobanoglous, dkk. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. New York : McGraw-Hill.
- Wardana,W.I. (2012). Sampah Untuk Energi : Kelayakan Pemanfaatan Limbah Organik Dari Kantin Di Lingkungan UNDIP Bagi Produksi Energi dengan Menggunakan Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga. *Jurnal PRESIPITASI* Vol. 9 No.2 September 2012, ISSN 1907-187X.
- Wahyuni, Sri. (2008). Analisa Kelayakan Pengembangan Biogas Sebagai Energi Alternatif Berbasis Individu dan Kelompok, Tesis Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor
- Vandevivere, dkk. (2002). *Types of Anaerobic Digester for Solid Wastes*. Ghent University.
- Vogeli, (2014). *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries*. Swiss: Eawag