

Analisis Potensi Energi Listrik dan Biaya Limbah Rumen Sapi Rumah Potong Hewan Kota Pekanbaru

Adriyan Wahyudi^{1*}, Marhama Jelita²

^{1,2} UIN Suska Riau, Indonesia

*Corresponding author, e-mail: adr.why06@gmail.com

Abstrak

Dalam proses pemotongan hewan, selain menghasilkan daging, rumah potong hewan kota Pekanbaru juga menghasilkan limbah, seperti darah, rumen dan kotoran. Berdasarkan wawancara dan observasi langsung, limbah pemotongan hewan hanya sampai ke tempat penampungan akhir tanpa adanya proses lebih lanjut, jika dibiarkan seperti itu maka akan berdampak ke lingkungan dan kesehatan. Penelitian ini bertujuan menghitung nilai potensi biogas dari limbah rumen sapi yang merupakan limbah yang paling berpotensi, juga menghitung potensi energi listrik. Pada penelitian ini juga melakukan analisis biaya seperti biaya investasi dan *pay back*. Metode penelitian menggunakan fermentasi anaerob untuk potensi biogas, dengan bantuan aplikasi simulasi *Superpro Designer*. Dari 1.000 kg rumen sapi menghasilkan potensi biogas sebesar 124.949,2351 L/hari dengan kadar gas metan sebesar 78,65%. Potensi energi listrik yang dihasilkan sebesar 180,4 kWh dalam sehari. Dalam analisis biaya, total investasi dalam pemanfaatan limbah rumen sapi sebesar Rp. 220.049.150. Dan pengembalian modal tercapai dalam waktu 2,4 Tahun hun

Kata Kunci: anaerob, limbah, listrik, rumen, superpro

Abstract

In the process of slaughtering animals, apart from producing meat, the Pekanbaru city abattoir also produces waste, such as blood, rumen and feces. Based on interviews and direct observations, the slaughtering waste only reaches the final shelter without any further processing, if left like that it will have an impact on the environment and health. This study aims to calculate the potential value of biogas from cow rumen waste which is the most potential waste, also to calculate the potential for electrical energy. In this study also perform cost analysis such as investment costs and pay back. The research method uses anaerobic fermentation for biogas potential, with the help of the Superpro Designer simulation application. From 1,000 kg of cow's rumen it produces biogas potential of 124.949.2351 L/day with methane gas content of 78.65%. The potential of electrical energy produced is 180.4 kWh in a day. In cost analysis, the total investment in the utilization of cow rumen waste is Rp. 220,049,150. And the payback is achieved within 2.4 years

Keyword: anaerobic, waste, electricity, rumen, superpro

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk adalah fenomena yang pasti terjadi di suatu wilayah, biasanya pertumbuhan penduduk dipengaruhi faktor kelahiran, kematian dan migrasi. Pertumbuhan penduduk yang tinggi umumnya terjadi di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Pada Tahun 2020 jumlah penduduk di Indonesia mencapai 272,24 juta jiwa dan pada Tahun 2021 meningkat menjadi 274,85 juta jiwa [1].

Peningkatan pertumbuhan penduduk berdampak ke berbagai hal yang berhubungan dengan kebutuhan primer, seperti kebutuhan pangan akan daging sapi yang meningkat dari 669.731 ton pada Tahun 2020 menjadi 706.388 ton pada Tahun 2021 [2]. Di provinsi Riau pada Tahun 2021 produksi daging mencapai 8.912,05 ton pertahunnya, dan kota yang menjadi penyumbang terbesar produksi daging sapi provinsi Riau ada di kota Pekanbaru dengan total 3.105,05 ton, dalam produksi daging tersebut didalamnya terdapat jenis sapi lokal dan sapi impor [3].

Sebelum daging didistribusikan, terdapat beberapa syarat khusus yang harus dipenuhi sebelum daging sampai ke pelanggan, seperti kualitas daging yang aman, sehat, utuh dan halal (ASUH). RPH berperan sebagai penyedia suplai daging yang memenuhi standar (ASUH) yang telah ditetapkan, selain memiliki fungsi sebagai tempat pemotongan hewan, RPH juga berfungsi sebagai tempat pemeriksaan kesehatan hewan dan juga tempat survei penyakit hewan [4].

Pada fungsi RPH sebagai tempat pemotongan hewan, selain menghasilkan daging, pada proses pemotongan hewan juga menghasilkan limbah hasil pemotongan hewan. Limbah pemotongan yang paling dominan adalah darah, rumen dan kotoran. Menurut penelitian [5] [6] dan [7], dari 1 ekor sapi terdapat 13,5 kg darah, 40 kg rumen, dan 17,5 kg kotoran, yang berarti limbah yang paling banyak dihasilkan dari pemotongan sapi adalah rumen. Rumen merupakan salah satu bagian lambung ternak ruminansia atau hewan memamah biak seperti sapi, kerbau, kambing dan domba. Rumen terdiri dari bahan pakan yang biasanya dimakan oleh ternak yang berupa rumput/hijauan lainnya, dan pakan penguat (konsentrat).

RPH Pekanbaru merupakan salah satu tempat pemotongan hewan yang ada di Riau, RPH kota Pekanbaru memiliki luas 44.100 m² berlokasi di Jl. Ciptakarya Ujung, Kec Tampan, kota Pekanbaru [8]. Berdasarkan wawancara dengan pihak RPH Pekanbaru, Dalam satu harinya RPH kota Pekanbaru melakukan pemotongan 25 ekor sapi. Dengan asumsi 1 ekor sapi menghasilkan 40 Kg rumen maka dalam 1 hari RPH kota Pekanbaru menghasilkan limbah rumen sebanyak 1.000 Kg [8].

Berdasarkan wawancara dan observasi langsung, limbah pemotongan hewan hanya sampai ke tempat penampungan limbah tanpa adanya proses lebih lanjut, jika limbah dibiarkan begitu saja maka akan memberikan beban untuk tempat penampungan limbah yang berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan [9]. Dari ketiga jenis limbah tersebut hanya limbah rumen yang dapat dimanfaatkan, pada limbah kotoran tidak memiliki potensi karna hewan ternak yang akan dipotong tidak memiliki waktu yang cukup lama di RPH hingga dapat menghasilkan kotoran yang cukup banyak, dan pada limbah darah pada saat pemotongan sudah tercampur dengan air saat proses pencucian [8].

Pemanfaatan limbah rumen untuk menjadi biogas bisa dilakukan dengan cara fermentasi anaerob. Fermentasi anaerob adalah suatu metode pengolahan bahan organik dengan fermentasi tanpa oksigen bebas, sebagian besar kandungan dari biogas adalah karbon dioksida dan gas metan (gas yang mudah terbakar). Gas metan inilah yang nantinya akan digunakan sebagai bahan bakar untuk generator set yang akan digunakan untuk konversi gas metan menjadi energi listrik [11].

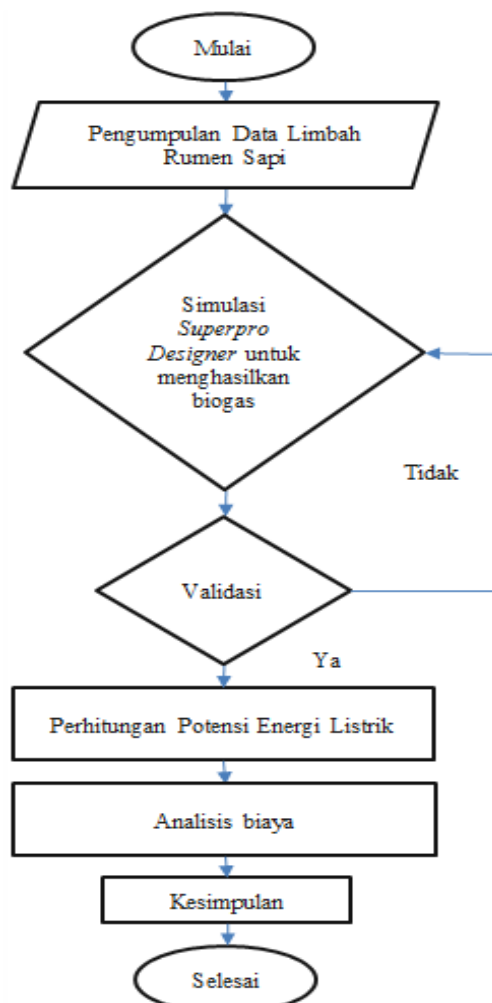
Dalam memenuhi kebutuhan listrik, RPH kota Pekanbaru memiliki suplai listrik dari sumber PLN dengan daya 23.000 VA dan juga sumber cadangan dari generator set. Generator set yang digunakan RPH kota Pekanbaru yakni dengan type berbahan bakar minyak (solar). Penelitian [12] dengan tujuan untuk meramalkan penyediaan dan konsumsi BBM masa mendatang dengan menggunakan metode permodelan sistem dinamik. Hasil peralamalan penyediaan dan konsumsi BBM Indonesia pada Tahun 2017 sampai dengan 2025 akan mengalami defisit. Penyediaan BBM tidak dapat memenuhi kebutuhan BBM dalam negeri, upaya yang dilakukan pemerintah adalah dengan cara melakukan impor untuk memenuhi hal tersebut. Oleh karna itu perlu dilakukan peralihan energi dari energi konvensional menjadi energi terbarukan dalam memenuhi kebutuhan energi dalam negeri.

Penelitian terkait pemanfaatan limbah rumen sapi menjadi biogas menggunakan metode fermentasi anaerobik sudah beberapa kali dilakukan, seperti penelitian [10] penelitian ini meneliti tentang potensi limbah rumen sapi sebagai bioaktivator dalam pembuatan pakan ternak, pupuk organik dan produksi biogas dengan metode fermentasi anaerob. Penelitian [13] meneliti tentang penggunaan limbah rumen sapi sebagai bahan utama dalam produksi biogas secara fermentasi anaerob. Penelitian [14] membahas tentang pengaruh campuran rumen sapi dalam produksi biogas bahan utama feses ternak secara fermentasi anaerob. Penelitian [15] meneliti tentang pengaruh suhu dan konsentrasi limbah rumen sapi dalam produksi biogas secara fermentasi anaerob. Penelitian [16] meneliti tentang pengaruh potensi energi listrik dari biogas limbah RPH dalam mendukung ketahanan energi listrik kota Bandung dengan menggunakan metode fermentasi anaerob dalam pengolahan limbah pemotongan hewan menjadi biogas.

Berdasarkan penelitian terkait, semua penelitian fokus meneliti tentang pemanfaatan limbah rumen sapi menjadi biogas dengan metode fermentasi anaerob dan mengkaji potensi energi listrik. Penelitian terkait belum ada yang melakukan analisis biaya, seperti investasi, dan *pay back*. Maka pada paper ini akan meneliti potensi biogas yang dihasilkan dari limbah rumen sapi, potensi energi listrik dari biogas limbah rumen sapi dan analisis biaya investasi, dan *pay back*. Penelitian ini menggunakan metode fermentasi anaerob dengan bantuan aplikasi simulasi *Superpro Designer* untuk menghasilkan biogas. Setelah hasil biogas didapatkan barulah dapat menemukan nilai potensi energi listrik yang dihasilkan dan terakhir melakukan analisis biaya seperti investasi, dan *pay back*.

METODE

Penelitian terkait pemanfaatan limbah rumen sapi menjadi energi listrik dan analisis biaya dapat dijabarkan dalam alur penelitian berikut



Gambar 1. Alur Penelitian

A. Pengumpulan Data Penelitian dan parameter proses

1. Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dilakukan dengan wawancara langsung dengan pihak RPH kota Pekanbaru [8].

Tabel 1. Data RPH kota Pekanbaru

No	Parameter	Jumlah
1	Jumlah Pematangan	25 ekor/hari
2	Berat Sapi	400-700 (Kg)
3	Waktu Operasional RPH	21.00 - 05.00 WIB

Tabel 2. Data Rekapitulasi Pematangan Sapi di RPH kota Pekanbaru

No	Tahun	Jumlah
1	2019	10528
2	2020	8885
3	2021	6015

Tabel 3. Data Kebutuhan Listrik di RPH kota Pekanbaru

No	Bulan	Kebutuhan Listrik (Rp)	Daya Listrik (VA)
1	November 2021	6.301.492	23.000
2	Desember 2021	6.301.492	23.000

Tabel 4. Data beban harian RPH kota Pekanbaru

No	Perlatan Listrik	Waktu Aktif	Daya	Jumlah	Total Daya
1	lampu Led	8 jam	30 Watt	43	10.320 Watt
2	lampu Led	8 jam	40 Watt	62	19.840 Watt
3	Ac 2PK	4 jam	500 Watt	2	4.000 Watt
4	Kipas Angin	8 jam	103 Watt	7	5.768 Watt
5	komputer	8 jam	65 Watt	3	1.560 Watt
6	kulkas	24 jam	70 Watt	4	6.720 Watt
7	TV	6 jam	68 Watt	2	816 Watt
8	Setrika	2 jam	350 Watt	3	2.100 Watt
9	Mesin Air	24 jam	125 Watt	15	45.000 Watt
10	Mesin Air Besar	2 jam	500 Watt	1	1.000 Watt
11	Kompresor	5 jam	500 Watt	1	2.500 Watt
12	Mesin sanchin	6 jam	700 Watt	1	4.200 Watt
13	Rice coker	1,5 jam	350 Watt	3	1.575 Watt
14	Dispenser	5 jam	200 Watt	2	2.000 Watt
Total =					107.399 Watt

Tabel 5. Data Spesifikasi Generator Set Solar Yang Digunakan RPH kota Pekanbaru

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Manufaktur	Hartech
2	Daya Output (Kw)	35 KVA / 28 KW
3	Konsumsi Bahan Bakar 100% load (L/h)	7,8 L/h
4	Harga Genset (Rp)	Rp 78.000.000

2. Parameter Proses

Parameter yang digunakan pada proses pengolahan ini merupakan parameter yang mendukung dalam menjalankan simulasi untuk menghasilkan biogas [10].

Tabel 6. Kandungan Limbah Rumen Sapi

No	Senyawa	Kadar
1	Protein	8,42%
2	Lemak	2,60%
3	serat	28,20%
4	Kalsium	0,53%
5	Fosfor	0,55%
6	BETN	30,24%
7	Abu	18,54%
8	Air	10,92%
Total		100,00%

B. Simulasi *Superpro Designer* Menghasilkan Biogas

1. Alur pembuatan biogas limbah rumen sapi dengan aplikasi *Superpro Designer*

Dalam menemukan potensi biogas limbah rumen sapi dilakukan dengan metode fermentasi anaerob dengan bantuan aplikasi simulasi *superpro designer*. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam simulasi dengan aplikasi ini dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Alur Proses simulasi Aplikasi *Superpro Designer*

No	Tahapan	Penjelasan
1	Penentuan Model Proses	Mode proses yang digunakan adalah mode <i>Batch</i> , karna pada mode ini penjadwalan proses dapat diubah saat proses utama sedang berjalan.

2	Pengisian Komponen Murni dan <i>Stock Mixture</i>	Menginputkan jenis komponen yang akan direaksikan dan apa saja komponen yang akan diolah pada simulasi ini
3	Proses Pengolahan Bahan Dasar Menjadi Biogas	Pada tahapan ini memilih apa saja jenis reaktor yang akan digunakan, dan melakukan pengimputan parameter tiap reaktor dan reaksi yang akan terjadi pada anaerob digester
4	Solve / Run	Menjalankan simulasi untuk mendapatkan hasil yang dibutuhkan

2. Penentuan Model Proses

Mode proses yang digunakan pada penelitian ini adalah mode *batch* dengan *default* waktu sesuai rekomendasi aplikasi superpro yakni 336 hari atau 8064 jam. Alasan memilih Mode *batch* ini karena penjadwalan proses dapat diubah saat proses produksi berlangsung.

3. Pengisian Komponen Murni dan *Stock Mixture*

Komponen disini terdiri dari *pure components* (komponen murni) dan *stock mixtures*. Komponen murni adalah komponen yang direaksikan pada saat simulasi, dan *stock mixtures* adalah komponen yang diolah dalam simulasi.

4. Proses Pengolahan Bahan Dasar Menjadi Biogas

Pada proses ini melakukan penyusunan reaktor yang dibutuhkan dan melakukan pengolahan bahan baku didalam anaerob digester. Dari pengolahan tersebut menghasilkan gas metan dan karbon dioksida melalui proses hidrolisis, abiogenesis, ketogenesis dan metanogenesis, bisa dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Unit Prosedur yang digunakan

No	Unit Prosedur	Inputan Proses	Output Proses
1	<i>Mixing</i> Merupakan suatu proses pencampuran bahan sehingga dapat bergabung menjadi homogen yang bersifat seragam	Inputan yang digunakan pada proses ini adalah limbah rumen sapi dengan kandungan seperti pada tabel 5 dan air dengan perbandingan 1:1.	Keluaran yang dihasilkan dari proses ini adalah limbah rumen sapi yang telah tercampur air dengan perbandingan 1:1.
2	<i>Anaerob Digester</i> Merupakan suatu proses fermentasi secara tertutup tanpa adanya oksigen bebas dalam menghasilkan biogas	pada proses ini menginputkan hasil keluaran dari <i>Mixing</i> yakni berupa limbah rumen yang telah bercampur dengan air.	Keluaran yang dihasilkan dari proses ini adalah biogas, yang didalamnya terkandung gas metan dan karbon dioksida

Pada proses fermentasi anaerob, terjadi 13 proses reaksi untuk mengolah limbah rumen sapi menjadi gas metan dan karbon dioksida, adapun 13 proses reaksi seperti tabel 9 [18].

Tabel 9. Reaksi yang dibutuhkan reaktor anaerob digester dalam menghasilkan biogas

No	Reaksi Yang Terjadi	Reactants		Products	
		Component	Mass Coef	Component	Mass Coef
1	Hidrolisis Karbohidrat	Carbohydrates water	147,6 147,6	Glucose	295,2
2	Hidrolisis Lemak	fats	147,6	glycerol Oleic Acid	36,8447 110,7553
3	Hidrolisis Protein	Proteins	147,6	Cystine	147,6
4	Asidogenesis Cystine	Cystine	164,1678	Lactic Acid Propionic Acid	90,0878 74,08
5	Asidogenesis Oleic Acid	Oleic Acid	0,6875	Acetic Acid Butyric Acid Ethyl Alcohol	1 1 1
6	Asidogenesis Glucose	Glucose	106,122	Acetic Acid Ethyl Alcohol	60,053 46,069
7	Asidogenesis Glycerol	Glycerol	0,8044	Propionic Acid	1

8	Asetogenesis Ethil Alcohol	Ethyl Alcohol	62,0729	Acetic Acid Hydrogen	60,053 2,0199
9	Asetogenesis Lactic Acid	Lactic Acid	90,0788	Acetic Acid Carbon Dioxide Hydrogen	60,053 28,0098 2,016
10	Asetogenesis Butyric Acid	Butyric Acid	88,106	Acetic Acid Carbon Dioxide	60,053 28,053
11	Asetogenesis Propionic Acid	Propionic Acid	74,08	Acetic Acid Carbon Dioxide Hydrogen	60,053 12,011 2,016
12	Metanogenesis Acetic Acid	Acetic Acid	60,053	Carbon Dioxide Methane	30 30,053
13	Metanogenesis Carbon Dioxide	Carbon Dioxide Hydrogen	1 1	Methane Water	1,746 1

5. Validasi Hasil Simulasi

Validasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan komparasi atau perbandingan dengan penelitian [18] yang memiliki topik pembahasan pemanfaatan sampah organik sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) dengan bantuan aplikasi simulasi *superpro*.

Tabel 10. Validasi Hasil Simulasi

No	Parameter	Penelitian [18]	Validasi
1	Bahan Baku	Sampah Organik	Sampah Organik
2	Komposisi	Karbohidrat 55%, Protein 15%, Lemak 24% dan air 6%.	Karbohidrat 55%, Protein 15%, Lemak 24% dan air 6%.
3	Nilai Input	49.985 Kg/hari	49.985 Kg/hari
4	Kadar Biogas	77,95% Gas Metan, 22,05% Karbon Dioksida	77,52% Gas Metan, 22,48% Karbon Dioksida

Dari tabel 10 diperoleh validasi hasil simulasi yang merujuk pada penelitian [18] dengan inputan 49.485 Kg bahan baku sampah organik. Hasil simulasi *superpro* pada penelitian rujukan menghasilkan biogas dengan kadar 77,95% gas metan, 22,05% karbon dioksida dan hasil simulasi pada penelitian ini menghasilkan biogas dengan kadar 77,52% gas metan, 22,48% karbon dioksida. Dari hasil validasi perbandingan kadar biogas tersebut tersebut diketahui bahwa nilai eror yang terjadi sebesar 0,43%, sehingga penelitian ini bisa dikatakan valid karna tidak memiliki nilai eror lebih dari 10%.

C. Perhitungan Energi Listrik

1. Potensi Energi Listrik

Untuk menemukan waktu operasi genset per hari, bisa menggunakan persamaan 1 sebagai berikut [19] :

$$\text{waktu operasi} = \frac{\text{volumetric flow} \times \text{mass comp gas methan} (\text{m}^3)}{\text{konsumsi bahan bakar} (\text{m}^3/\text{h})} \quad (1)$$

Waktu operasi : Waktu operasi generator set yang bisa didapatkan (h)
 Volumetric Flow : Laju Aliran Volume gas metan hasil simulasi (m³/ hari)
 Konsumsi bahan bakar genset : Total konsumsi bahan bakar dengan 100% beban (m³/h)

Perhitungan potensi energi listrik dapat menggunakan persamaan 2 :

$$\text{total daya} = \text{waktu operasi} \times \text{daya genset} \quad (2)$$

Energi listrik : Energi output yang dihasilkan (kWh)
 Daya listrik : Daya spesifikasi genset (kW)

2. Perhitungan Biaya

Adapun perhitungan biaya investasi dilakukan otomatis dari aplikasi *Superpro Designer* sehingga nantinya akan langsung mendapatkan total biaya investasi untuk pembelian peralatan [20].

$$\text{Biaya pemakaian listrik perbulan} = (\text{kWh} \times \text{TDL}) \quad (3)$$

kWh : Total konsumsi daya listrik
 TDL : Tarif dasar listrik (Sesuai Golongan)

Analisis payback period dihitung dengan cara menghitung waktu yang diperlukan pada saat total arus kas masuk sama dengan total arus keluar [21].

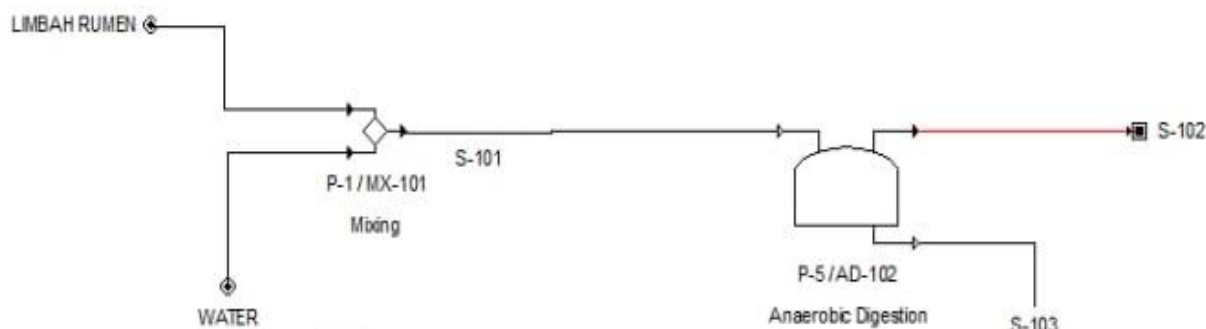
$$K_{(PBP)} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Annual Benefit}} \times \text{Periode Waktu} \quad (4)$$

K : periode pengembalian
 Investasi : modal awal
 Annual bebefit : keuntungan Tahunan
 Periode waktu : satuan waktu

Arus kas merupakan hasil dari pengurangan benefit penghematan dan operation & maintenance (O&M). biaya O&M pada setiap Tahun umumnya diperhitungkan sebesar 2% dari total investasi. Benefit didapatkan dari hasil penjumlahan keuntungan dari peralihan sumber energi listrik PLN ke pemanfaatan potensi energi listrik dari limbah rumen sapi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Potensi Biogas dari Limbah Rumen Sapi



Gambar 2. Single Line Diagram Proses Fermentasi Anaerob Simulasi Superpro Designer

Rangkaian susunan reaktor yang digunakan pada simulasi ini tampak pada gambar 2. Proses fermentasi anaerob menggunakan 2 unit prosedur, yakni *mixing* dan anaerob digester. Alur pertama limbah rumen dan air dengan komposisi 1:1 dimasukkan pada bagian *mixing* untuk dicampurkan. Lalu keluaran *mixing* dialirkan ke bagian input digester anaerob dimana didalam digester terjadi 13 reaksi seperti pada tabel 9 untuk mengolah bahan baku menjadi biogas.

Tabel 11. Hasil Simulasi Superpro Designer

No	Parameter	Hasil
1	Volume Limbah Rumen Sapi	1000 Kg/day
2	Volumetric Flow	124.949,2351 L/day
3	Kadar Biogas	78,65% Gas Metan, 21,35% Karbon Dioksida

Hasil simulasi aplikasi *Superpro Designer* dengan input limbah rumen sapi dengan volume 1000 Kg per hari menghasilkan biogas dengan *Volumetric Flow* sebesar 124.949,2351 L dalam sehari dengan kandungan 78,65% Gas Metan dan 21,35% Karbon Dioksida.

B. Potensi Energi Listrik dari Biogas

Sebelum perhitungan potensi energi listrik, perlu menentukan kapasitas generator set yang akan digunakan. Berdasarkan kapasitas energi listrik RPH kota Pekanbaru dan total potensi biogas yang dapat dihasilkan, maka spesifikasi generator set yang akan digunakan seperti terlihat pada tabel 12.

Tabel 12. Spesifikasi Genset Biogas yang akan digunakan di RPH kota Pekanbaru

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Manufaktur	Jet Power (NG-28)
2	Daya Output	28 KVA / 22 KW
3	Konsumsi Bahan Bakar /jam 100% Load	12 m ³ /h
4	Harga Genset	Rp 92.000.000

Setelah mengetahui spesifikasi genset yang akan digunakan, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan potensi energi listrik dengan menggunakan persamaan 1 dan 2.

1. Waktu operasi genset

Volumetric flow gas methan = 124.949,2351 L/day × 78,65%

Volumetric flow gas methan = 98.272,5734 L/day = 98,272 m³/day

$$\text{waktu operasi} = \frac{98,272 \text{ m}^3}{12 \text{ m}^3/\text{h}} = 8,2 \text{ h}$$

2. Total energi listrik

Energi listrik = 8,2 h × 22.000 Watt = 180,4 kWh

Tabel 13. Hasil Perhitungan Potensi Energi Listrik

No	Parameter	Hasil
1	Volumetric flow gas metan	98,272 m ³ /day
2	Waktu operasi genset	8,2 h
3	Total energi listrik	180,4 kWh

Dari tabel 13 diketahui dengan potensi gas metan sebesar 98,272 m³ per hari, dapat menghidupkan genset selama 8,2 jam. Dengan spesifikasi daya genset sebesar 22.000 Watt menghasilkan total energi listrik sebesar 180,4 kWh. Berdasarkan tabel 1, waktu operasional RPH kota Pekanbaru pada jam 21.00-05.00 WIB, pada jam operasional tersebut terjadi beban puncak, sehingga potensi energi listrik yang dihasilkan dari limbah rumen sapi dapat digunakan secara maksimal pada saat waktu operasional RPH kota Pekanbaru

3. Perhitungan Biaya

Total biaya invesasi yang dikeluarkan dalam pemanfaatan potensi limbah rumen sapi menjadi energi listrik dapat dilihat pada tabel 14 dan 15.

Tabel 14. Estimasi Biaya Komponen yang digunakan

No	Nama	Spesifikasi	Harga Satuan	Harga
1	Cenrifugal Pump	1,1 kW	Rp. 6.650.000	Rp. 6.650.000
2	Anaerobic Digester	30 m ³	Rp. 2.938.305	Rp. 88.149.150
3	Genset Biogas	28 kVA/22kW	Rp. 65.250.000	Rp. 65.250.000
			Total Harga	Rp. 160.049.150

Tabel 15. Perkiraan Biaya Tukang

No	Pekerja	Jumlah	Waktu Kerja	Upah / Hari (Rp)	Total Upah
1	Pekerja Bangunan	3 orang	60 hari	Rp. 200.000	Rp. 36.000.000
2	Pekerja Listrik	2 orang	60 hari	Rp. 200.000	Rp. 24.000.000
				Total biaya	Rp. 60.000.000

Total biaya investasi = Rp. 160.049.150 + Rp. 60.000.000 = Rp. 220.049.150

Perhitungan biaya penghematan perlu mengetahui biaya yang dikeluarkan sebelum dan sesudah. Biaya sebelum memanfaatkan limbah rumen sapi dapat dilihat pada tabel 3, dan untuk biaya listrik setelah memanfaatkan limbah rumen sapi menggunakan persamaan 3. Dengan memanfaatkan potensi energi listrik yang telah diperoleh sebelumnya.

Benefit pemanfaatan rumen sapi = 180,4 kWh × Rp. 1.500 /kWh

Benefit pemanfaatan rumen sapi = Rp. 270.600 per hari / Rp. 8.118.000 per bulan / Rp. 97.416.000 per Tahun

Tabel 16. Analisis Biaya

No	Prameter	Nilai
1	Investasi	Rp. 220.049.150
2	Benefit	Rp. 97.416.000 (1 Tahun) Rp.1.334.599.200 (13,7 Tahun)
3	O&M	Rp. 4.400.983 (1 Tahun) Rp.60.293.467,1 (13,7 Tahun)
4	Periode Pengembalian	2,4 Tahun

Diketahui bahwa, setelah memanfaatkan potensi limbah rumen sapi menjadi energi listrik maka pembiayaan yang sebelumnya mengeluarkan biaya listrik sebesar Rp. 6.301.492 perbulannya, berpotensi menghasilkan *benefit* sebesar Rp. 8.118.000 per bulan. Hal ini disebabkan oleh potensi energi listrik yang dihasilkan dari pemanfaatan limbah rumen sapi melebihi kapasitas daya listrik yang terpasang di RPH kota Pekanbaru. Dan untuk pengembalian modal tercapai pada 2,4 Tahun

PENUTUP

Berdasarkan hasil yang diperoleh, disimpulkan bahwa dengan total limbah rumen sapi 1000 Kg per hari dapat diolah menjadi biogas dengan metode fermentasi anaerob dengan simulasi *superpro designer*, didapatkan hasil *volumetric flow* sebesar 124.949,2351 L perhari, dengan total gas metan murni sebesar 98,272 m³. Dari potensi gas metan tersebut dapat menghidupkan genset selama 8,2 jam dengan total energi listrik sebesar 180,4 kWh. Total investasi biaya dalam pemanfaatan limbah rumen sapi menjadi energi listrik sebesar Rp. 220.049.150. Dan pengembalian modal tercapai dalam kurun waktu 2,4 Tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS, "Hasil Sensus Penduduk," 2020-2021. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/>. [Diakses 15 Febuari 2022].
- [2] D. J. P. D. K. Hewan, "Neraca Pasokan Dan Kebutuhan Daging Sapi," Kementrian Pertanian, Jakarta, 2020-2021.
- [3] BPS, "Produksi Daging Sapi Indonesia," 2019-2021. [Online]. Available: <https://bps.go.id/>. [Diakses 15 Febuari 2022].
- [4] R. D, "Beberapa Kendala Bahan Pangan Asal Ternak Untuk Mencapai Aman, Sehat, Utuh Dan Halal (Asuh)," *Prosiding Seminar Teknologi Dan Agribisnis Peternakan Vi*, pp. 51-57, 2018.
- [5] H. Afazeli, A. Jafari, S. Rafiee dan M. Nosrati, "An Investigation Of Biogas Production Potential From Livestock And Slaughterhouse Wastes," *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, pp. 380-386, 2014.
- [6] Fathurrohman, A., Hari, M. A., Zukhriyah, A., & Adam, M. A, "Persepsi Peternak Sapi Dalam Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Biogas Di Desa Sekarmojo Purwosari Pasuruan," *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, pp. 36-42, 2015.
- [7] Hanif, A, "Studi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Listrik 10kw Kelompok Tani Mekarsari Desa Dander Bojonegoro Menuju Desa Mandiri Energi," *Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November*, p. 10, 2010.
- [8] Zulfahmi, Interviewee, *Rumah Potong Hewan Pekanbaru*. [Wawancara]. 06 Febuari 2022.
- [9] Ratnawati. R, Wulandari, Dan Nurul, "Pengolahan Limbah Padat Rumah Potong Hewan Dengan Metode Pengomposan Aerobik Dan Anaerobik," *Universitas Brawijaya Malang.*, p. 11, 2014.
- [10] B. Elma, "Potensi Dan Pemanfaatan Rumen Sapi Sebagai Bioaktivator," *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung*, pp. 1365-1372, 2014.
- [11] E. Susilowati, "Uji Pemanfaatan Cairan Rumen Sapi Untuk Meningkatkan Kecepatan Produksi Biogas Dan Konsentrasi Gas Metan Dalam Biogas," *Thesis. Universitas Gajah Mada*, 2009.
- [12] Ana Fitriyatus Sa'adaha, Akhmad Fauzib,Dkk, "Peramalan Penyediaan Dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia Dengan Model Sistem Dinamik," *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia Vol. 17 No. 2*, pp. 118-135, 2018.
- [13] Ramli Dan Hartono, "Produksi Biogas Limbah Isi Rumen Sapi Asal Rumah Pemotongan Hewan (RPH)," *Jurnal Bionature*, pp. 122-126, 2105.
- [14] Linda Wati, Yuni Ahda, Dezi Handayani, "Pengaruh Volume Cairan Rumen Sapi Terhadap Berbagai Feses Dalam Menghasilkan Biogas," *Jurnal Sainstek Vol. Vi No.1* , pp. 43-51, 2014.

- [15] Rr. Dewi Artanti Putri, Dan Sunar Tejo Tsani, “Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Rumen Sapi Terhadap Produksi Biogas Dari Vinasse,” *Jbat 4*, pp. 1-5, 2015.
- [16] Anita Juraida, Yudha Prambudia, Ari Rahman, “Studi Pemanfaatan Biogas Dari Limbah Rumah Potong Hewan Untuk Mendukung Ketahanan Energi Di Kota Bandung,” *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, pp. 27-37, 2019.
- [17] Nurjannah, La Ifa, Fitra Jaya, Muhtar Lamo, “produksi bahan bakar gas biomassa dari limbah organik industri (molases),” *PRIMORDIA volume 12 no 2*, 2016.
- [18] D. Kurniawan, “Analisis teknis dan ekonomi pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) dari sampah organik kabupaten bengkalis,” *tesis tugas akhir teknik elektro UIN SUSKA*, p. 102, 2021.
- [19] j. atna, “cara menghitung pemakaian bahan bakar pada genset,” GUDANG GENSET, 2019. [Online]. Available: <http://gudanggenset.com/berita-dan-artikel/cara-menghitung-pemakaian-bahan-bakar-pada-genset/>. [Diakses 15 Febuari 2022].
- [20] Y. Setiawan, “Analisis Teknis Ekonomis Pemanfaatan Kotoran Sapi Untuk PLTBg di Bumi Subulus Salam Farm,” *tesis Teknik Elektro UIN Suska Riau*, 2021.
- [21] M. Giatman, “Ekonomi Teknik,” Grafindo Persada vol 18, 2013, p. 72.
- [22] Admin, “The Life Expectancy of Your Diesel Generator,” 7 Aug 2020. [Online]. Available: <https://www.reactpower.com/>. [Diakses 15 Febuari 2022].

BIODATA PENULIS

Adriyan Wahyudi, lahir di Pekanbaru, 10 Juni 1999. Menempuh pendidikan sarjana Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau pada Tahun 2018- sekarang.

Marhama Jelita, Menyelesaikan Pendidikan Sarjana pada jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Riau, pada Tahun 2008. Tahun 2012 memperoleh gelar Magister of Science di Universiti Kebangsaan Malaysia.