

Analisis Potensi dan Kelayakan Finansial pada Agroindustri Biogas Menggunakan *Covered Lagoon Anaerobic Reactor* Termodifikasi

Analysis of Financial and Potential Feasibility in Biogas Agroindustry using Modified Covered Lagoon Anaerobic Reactor

Sri Hidayati*, Tanto Pratondo Utomo, Erdi Suroso, Zana Azalia Maktub

Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agriculture, University of Lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro, Lampung 35141, Indonesia

*srihidayati.unila@gmail.com

Received: 02nd May, 2019; 1st Revision: 09th October, 2019; 2nd Revision: 08th November, 2019; Accepted: 14th November, 2019

Abstrak

PT Juang Jaya Abdi Alam (JJAA) Kabupaten Lampung Selatan adalah perusahaan peternakan sapi yang menghasilkan limbah kotoran sapi yang cukup besar (sekitar 198.000 kg per hari). Limbah kotoran sapi berpotensi untuk menghasilkan biogas yang memiliki nilai ekonomi. Salah satu reaktor biogas yang cocok digunakan di daerah tropis adalah Covered Lagoon Anaerobic Reactor (CoLAR). Model ini hanya berupa kolam yang diberi penutup kedap gas yang diberi pipa dan pompa. Penelitian dilakukan untuk menganalisis potensi dan kelayakan finansial agroindustri biogas limbah kotoran sapi di PT Juang Jaya Abdi Alam (JJAA) Kabupaten Lampung Selatan. Penelitian menggunakan metode telaah pustaka, pengamatan, analisis kuantitatif, dan diskusi dengan para pakar yang terkait agroindustri biogas limbah kotoran sapi. Hasil analisis menunjukkan bahwa PT JJAA memiliki potensi yang tinggi yaitu dari 9000 sapi mampu menghasilkan energi listrik untuk 203 pelanggan dengan daya listrik terpasang 1300 VA. Berdasarkan studi kelayakan secara finansial, agroindustri biogas layak dijalankan karena memenuhi kriteria kelayakan usaha, yaitu: *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp77.353.897.714,- ; *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 42,52 %, nilai *Net Benefit/Cost Ratio* (Net B/C) sebesar 4,51 dan *Payback Period* selama 2,22 tahun. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa kenaikan harga input sampai 23% menyebabkan proyek menjadi tidak layak.

Kata kunci: agroindustri, biogas, studi kelayakan

Abstract

PT Juang Jaya Abdi Alam (JJAA) at South Lampung Regency, is a cattle-breeding company that produces a large amount of cow manure (around 198,000 kg per day). Cow manure has the potential to produce biogas that has economic value. Covered Lagoon Anaerobic Reactor (CoLAR) is a biogas reactor that suitable for tropics climate. This model is quite simple; only a pond that is given a gas-tight cover, pipe, and pump. The study was conducted to analyze the potential and the financial feasibility of cow manure waste-based biogas agroindustry in PT JJAA. The study methods used are literature studies, observations, surveys, and interviews with experts correlated to the development of biogas agroindustry for cow manure. The results of the analysis show that PT JJAA has a high potential of 9000 cows capable of producing electrical energy for 203 customers with installed electric power of 1300 VA. Based on a financial feasibility study, biogas agroindustry is feasible to run because it meets the business feasibility criteria, namely: NPV of Rp. 77,353,897,714; IRR of 42.52%, Net B/C ratio value of 4.51 and payback period of 2.22 years. The results of the sensitivity analysis show that an increase in input prices of up to 23% has caused the project to be unfeasible.

Keywords: agroindustry, biogas, feasibility study

PENDAHULUAN

Lampung menjadi sentra usaha peternakan sapi di Indonesia. Hal yang menjadi permasalahan bagi peternak sapi adalah adanya limbah yang dihasilkan dari usaha tersebut. Satu ekor sapi per hari dengan berat sekitar 500 kilogram meng-

hasilkan limbah feses sekitar 27,5-30 kg (Hidayatullah *et al.*, 2005), sedangkan jika bobotnya 640 kg menghasilkan feses 50 kg (Wahyuni, 2009). PT Juang Jaya Abdi Alam di Kabupaten Lampung Selatan dengan populasi sapi sekitar 9.000 ekor menghasilkan kotoran sapi sekitar 198.000 kg per hari.

Limbah tersebut menimbulkan dampak bagi masyarakat seperti timbulnya aroma yang tidak sedap karena adanya gas seperti hidrogen sulfida (H_2S) dan amoniak (NH_3). Feses ternak yang dibuang di badan sungai akan menyebabkan terjadinya pencemaran badan air dan menimbulkan gatal pada kulit manusia jika airnya digunakan untuk keperluan sehari-hari (Flotats *et al.*, 2009). Limbah ternak pada daerah pedesaan dimanfaatkan secara terbatas untuk pupuk kompos (Budiyanto, 2011; Syamsuddin, Mappangaja & Natsir, 2012), padahal dapat juga diolah sebagai biogas untuk sumber energi (Dianawati, 2014; Farahdiba, Ramdhaniati & Soedjono, 2014).

Pengolahan biogas dengan konsep *zero waste* diharapkan dapat mengurangi laju pemanasan global dan energi terbarukan yang ramah lingkungan (Mengistu *et al.*, 2016; Zhang, Luo & Skitmore, 2015; Thi, Lin, & Kumar, 2016). Keuntungan teknologi biogas adalah mengurangi pemanasan global, mengurangi pencemaran bau dan penyebaran penyakit serta memperoleh manfaat sebagai sumber energi dan pupuk (Caldo, & Borges, 2011; Orskov *et al.*, 2014; Insam, Gómez-Brandón, & Ascher, 2015). Biogas diperoleh dari hasil perombakan bahan organik dalam kondisi anaerob yang dilakukan oleh bakteri dan umumnya mengandung gas metana sebesar 79%, (Abderezak *et al.*, 2012). Biogas umumnya terdiri atas 70% gas metana, karbondioksida sekitar 25-45%, dan sedikit hidrogen, nitrogen, dan hidrogen sulfida (Insam *et al.*, 2015; Simamora, Salundik, Wahyuni, 2006). Energi yang dihasilkan biogas setara dengan energi fosil (Bruun *et al.*, 2014), yaitu setiap 1 m^3 biogas memiliki nilai kalor setara 0,6 - 0,8 liter minyak tanah, atau dengan 0,52 liter minyak diesel dan dapat menghasilkan 1 Kwh listrik sehingga cocok sebagai pengganti bahan bakar fosil (Bruun *et al.*, 2014).

Ada beberapa jenis digester untuk memproduksi biogas yaitu model *covered lagoon*, *fixed film*, *complete mix* dan *plug flow* (Hamilton, 2012). Pemilihan digester untuk memproduksi biogas tergantung kebiasaan dan kultur (Orskov *et al.*, 2014). Salah satu reaktor biogas yang cocok untuk daerah tropis adalah model *covered lagoon*. *Covered Lagoon Anaerobic Reactor* (CoLAR) adalah reaktor biogas desain sederhana karena hanya berupa kolam yang diberi penutup kedap gas yang diberi pipa dan pompa.

Desain reaktor biogas menggunakan *Modified CoLAR* adalah laguna yang dilapisi *High Density Poly Ethane* (HDPE) dengan ketebalan yang bervariasi yang berfungsi untuk menangkap

biogas. Digester ini adalah digester termurah dari segi biaya, namun kekurangannya adalah memerlukan *lagoon* yang besar dengan temperatur hangat sehingga reaktor ini tidak sesuai dengan iklim dingin tapi ketika di musim panas dan kolam dipanaskan, produksi 35% lebih tinggi daripada di musim dingin. Isdiyanto & Hasanuddin (2010) mengembangkan aplikasi sistem bioreaktor CoLAR dalam industri tepung tapioka.

Sistem ini juga cocok diaplikasikan untuk peternakan susu sapi di daerah Florida (Hamilton, 2012) dan di Australia. Sistem *Lagoon Anaerobic Reactor Cover* (CoLAR) mampu menghasilkan produksi biogas per hari 485,4 m^3 yang mengandung 58,8% gas metana (Rahman *et al.*, 2014) sedangkan menurut Sugiyono (2012), seekor sapi atau kerbau per hari dapat diperoleh biogas sekitar 0,3 m^3 . *Lagoon* tertutup memiliki dampak positif pada lingkungan, di antaranya dapat mengendalikan bau, menangkap gas rumah kaca dan meminimalkan jejak karbon (Laginema & Allan, 2014). Hidayati *et al.*, (2019) melaporkan bahwa reaktor biogas CoLAR yang dimodifikasi dengan kapasitas 198.000 kg/hari akan menghasilkan 1.663,2 $m^3/hari^{-1}$ biogas yang setara dengan 1.093 $m^3/hari^{-1}$ gas metana. Belum banyak penelitian mengenai potensi dan kelayakan industri pengolahan biogas dari kotoran sapi dengan menggunakan teknologi CoLAR. Penelitian bertujuan untuk mengkaji potensi dan studi kelayakan secara finansial terhadap agroindustri biogas dari kotoran sapi dengan menggunakan reaktor digester CoLAR termodifikasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan cara mengumpulkan data melalui survei, pengamatan, telaah pustaka, dan diskusi/brainstorming dengan para pakar yang terkait pengembangan agroindustri biogas limbah kotoran sapi serta pihak perusahaan yaitu PT JJAA Kabupaten Lampung Selatan. Analisis finansial dilakukan dengan menghitung nilai bersih sekarang (NPV), *Internal Rate of Return*, Perbandingan keuntungan dan Biaya (BC ratio), tingkat pengembalian modal (PP), dan analisis sensitivitas.

Net Present Value (NPV)

Net Present Value adalah perbedaan nilai kas sekarang dengan mendatang pada periode tertentu (Gray *et al.*, 2007; Padangaran, 2008). Proyek layak jika $NPV \geq 0$. NPV dapat dihitung berdasarkan rumus berikut (Mariyah, 2010):

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

Keterangan:

B_t = benefit tahun ke-t

C_t = cost tahun ke-t

N= umur ekonomis dari proyek

i= bunga bank

Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return diperlukan untuk melihat efisiensi investasi. IRR merupakan nilai faktor *diskonto* (i) yang membuat NPV dari proyek = 0 (Mariyah, 2010). Investasi dianggap layak jika $IRR > \text{suku bunga bank}$ yang berlaku pada saat itu. Rumusnya yaitu

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_2 - i_1)$$

Keterangan :

NPV1= NPV pada tingkat *discount rate* tertinggi

NPV2= NPV pada tingkat *discount rate* terendah

i_1 = *Discount rate* NPV 1

i_2 = *Discount rate* NPV 2

Net Benefit-Cost Ratio (Net B/C)

Net B/C adalah perbandingan antara manfaat dengan biaya. Jika lebih dari 1 maka proyek dinyatakan layak, dengan persamaan sebagai berikut (Mariyah, 2010):

$$NET\ B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t - B_t}{(1+i)^t}}$$

B = Penerimaan total

C = Biaya total

i = Tingkat suku bunga

B_t = Keuntungan pada tahun ke-t

C_t = Biaya pada tahun ke-t

n = Umur ekonomis dalam tahun

t = 1,2,..., n.

Payback Period (PP)

Payback period merupakan lama waktu untuk mendapatkan keuntungan dengan kondisi sama dengan jumlah investasi awal (Rachadian, Agassi, & Sutopo, 2013). Proyek dinyatakan layak jika nilai PP lebih pendek dari lama nilai investasi.

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Investasi}}{\text{Cashflow}} \times 1 \text{ tahun}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aspek Potensi

Potensi bahan baku limbah kotoran sapi yang dihasilkan dari 9.000 sapi di peternakan PT JJAA Kabupaten Lampung Selatan sebanyak

198.000 kg/hari, dengan total solid per hari adalah 41.580 kg dan volatil solid perhari mencapai 37.620 kg maka volume produksi biogas yang dihasilkan adalah 1.663,2 m³/hari. Komposisi gas metana diasumsikan sebesar 65,7% sesuai dengan persentase gas metana (CH₄) untuk biogas kotoran sapi seperti pada Tabel 1 sehingga volume gas metana yang dihasilkan adalah 1.093 m³/hari. Berdasarkan volume gas metana maka potensi energi listrik yaitu 5.136 kWh dan daya 214 kW (Tabel 2).

Tabel 1. Komposisi biogas (%)

Jenis gas	Biogas	
	Feses Sapi (%)	Feses + Sisa Pertanian (%)
Methan (CH ₄)	65,7	54 - 70
Karbon dioksida (CO ₂)	27,0	45 - 70
Nitrogen (N ₂)	2,3	0,5 - 3,0
Karbon monoksida (CO)	0	0,1
Oksigen (O ₂)	0,1	6,0
Propena (C ₃ H ₈)	0,7	-
Hydrogen Sulfida (H ₂ S)	-	Sedikit
Nilai Kalor (kkal/m ²)	6.513	4.800 - 6.700

Sumber: Harahap & Ginting (1978)

Tabel 2. Hasil perhitungan estimasi kapasitas biogas pada PT JJAA

No.	Jenis	Hasil
1	Potensi Kotoran Sapi (Q)	198.000 kg/hari
2	Padatan Total (TS)	41.580 kg/hari
3	Volatil Solid (VS)	37.620 kg/hari
4	Volume Produksi Biogas (VBS)	1.663,2 m ³ /hari
5	Volume Gas Metana (VGM)	1.092,72 m ³ /hari
6	Potensi Energi Listrik (E)	5.135,78 kWh
7	Daya (P)	214kW

Biogas yang memiliki kandungan metana 55% memiliki nilai kalor 21,5 MJ/Nm³ sedangkan metana murni yang sudah tidak mengandung karbondioksida memiliki nilai kalor sebesar 35,8 MJ/Nm³ (Abderezak *et al.*, 2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1 m³ biogas sebanding dengan lampu 60-100 watt yang dihidupkan dengan waktu 6 jam, setara dengan 0,7 kg bensin untuk mengendarai motor 1 PK dalam waktu 2 jam atau sama dengan 1,25 kwh listrik (Widodo *et al.*, 2009). Hanif, (2010) melaporkan dalam 1 m³ biogas mengandung energi kisaran 2.000

sampai 4.000 kkal sehingga dapat dimanfaatkan untuk keperluan memasak dalam keluarga yang berjumlah 4-5 orang dengan lama waktu pemasakan 3 jam. Setiap satu meter kubik biogas yang dihasilkan dari kotoran sapi dengan setara dengan 3,47 kg kayu, 0,63 liter minyak tanah, 0,61 liter minyak diesel, 1,5 kg batubara, 1,25 kW/h listrik, 0,45 kg LPG, dan 0,5 kg butana (Patil & Pujare, 2005). Farahdiba *et al.* (2014) melaporkan bahwa dari digester biogas dengan ukuran 5 m³ dan kotoran dari dua ekor sapi diperoleh biogas sebanyak 3 m³ yang dapat digunakan untuk menghidupkan genset 400 watt dalam waktu 6 jam. Nilai ini setara 2 liter kerosen atau kayu bakar sebanyak 10 kilogram per hari.

Lukas, Sonbait & Yustina, (2011) mengatakan bahwa biogas dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit energi listrik terutama bagi daerah pedesaan/transmigrasi untuk mengurangi beban ketergantungan terhadap listrik negara atau dapat

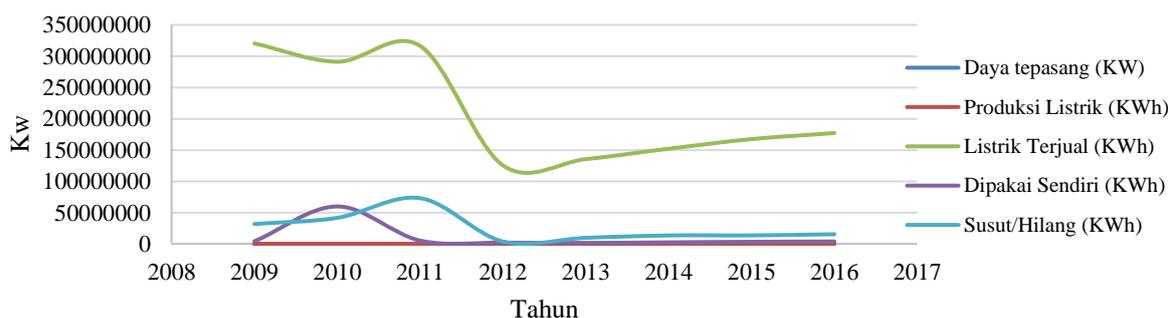
sebagai desa mandiri energi. Data kebutuhan listrik dan jumlah pelanggan dilihat pada Tabel 3 dan 4. Jumlah pelanggan PLN tahun 2016 berjumlah 262.427 dengan jumlah listrik yang terjual sebesar 177.162.520 KWh, dengan memanfaatkan limbah kotoran sapi menjadi biogas di PT JJAA Kabupaten Lampung Selatan maka akan didapat hasil yang tampak pada Tabel 5.

Jumlah sapi sebanyak 9000 ekor pada PT JJAA mampu menghasilkan energi listrik untuk 203 pelanggan dengan daya listrik terpasang 1300 VA. Hanif (2010) melaporkan bahwa 411 sapi dapat diperoleh 386,6 kWh/hari dan diperkirakan dapat menyuplai kebutuhan 40 rumah tangga, satu musholla, satu Puskesmas dan Puskesmas juga untuk lampu penerangan jalan. Hasil penelitian Muzayin & Tinaprilla (2008) menyatakan bahwa dari 5000 ekor sapi diperoleh peluang potensi 2.100.000 kwh per tahun.

Tabel 3. Daya terpasang, produksi dan distribusi kebutuhan listrik PLN (Persero)

Tahun	Daya terpasang (KW)	Produksi Listrik (KWh)	Listrik Terjual (KWh)	Dipakai Sendiri (KWh)	Susut/Hilang (KWh)
2009	90	97.931	320.370.777	4.086.903	31.796.404
2010	95	94.759	291.131.289	59.847.318	41.656.524
2011	95	109.766	316.442.318	5.232.374	73.117.612
2012	140	121.350	125.450.612	1.992.447	3.763.237
2013	140	136.881	135.503.786	1.563.870	9.696.775
2014	140	170.673	152.128.009	2.478.251	13.506.853
2015	140	132.315	167.483.909	3.338.439	13.577.464
2016	140	131.083	177.162.520	3.863.644	15.428.000

Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan (2017)



Gambar 1. Grafik kebutuhan listrik (Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan, 2017)

Tabel 4. Jumlah pelanggan PT PLN

No.	Ranting	2016
1.	Sutami	62.481
2.	Natar	85.316
3.	Sidomulyo	51.931
4.	Kalianda	72.699
Total		262.427

Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan (2017)

Tabel 5. Potensi energi listrik

No.	Jenis	Hasil
1	Potensi Energi Listrik (E)	5.135,78 kWh
2	Daya (P)	214kW
3	Daya pelanggan secara umum	1300 VA \approx 1056 watt
4	Jumlah rumah yang dapat dialiri listrik tenaga biogas	$214.000/1056 = 203$ rumah

Asumsi pada Analisis Finansial

Kelayakan usaha biogas menggunakan analisis kelayakan finansial melalui asumsi perhitungan yaitu:

1. Dalam satu tahun ada 300 hari produksi;
2. Bahan baku yang digunakan memiliki kapasitas 59.400.000 kg kotoran sapi per tahun atau 198.000 kg per hari; dan 131.400.000 liter air per tahun 438.000 liter air per hari;
3. Biogas yang dihasilkan jika dikonversikan menjadi listrik berkisar 1.540.800 kWh per tahun atau 5.136 kWh per hari;
4. *Cashflow* pada analisis finansial dilakukan dalam kurun waktu 10 tahun;
5. Tahun pertama direncanakan kapasitas sebesar 80%, dan tahun selanjutnya sebesar 100%;
6. Pemodalannya yaitu perbandingan modal pinjaman 70 dan modal sendiri 30;
7. Bunga bank berlaku 12,50%, yaitu tingkat suku bunga pinjaman pada tahun 2017.
8. Harga bahan baku kotoran sapi sebesar Rp750/kg;
9. Hasil samping berupa limbah dijual dalam bentuk *bedding* dengan harga Rp80,-/kg dan pupuk cair dengan harga Rp1.000,-/liter
10. Profit margin sebesar 20% dari harga pokok penjualan;
11. Biaya pemeliharaan sebesar 2,5% dari nilai investasi bangunan dan peralatan/mesin;
12. Penghasilan < 50 juta maka pajaknya 10% dari penghasilan, Jika penghasilan diantara 50–100 juta, maka pajaknya $(10\% \times 50 \text{ juta}) + (15\% \times (\text{penghasilan} - 50 \text{ juta}))$, jika penghasilan di atas 100 juta maka pajaknya $(10\% \times 50 \text{ juta}) + (15\% \times 50 \text{ juta}) + (30\% \times (\text{penghasilan} - 100 \text{ juta}))$.

Biaya Investasi

Ada dua komponen pada kebutuhan modal dalam melakukan investasi yaitu: modal kerja dan modal investasi (Kasmir & Jakfar, 2013). Modal kerja digunakan untuk biaya operasional selama perusahaan beroperasi (Tabel 6).

Tabel 6. Biaya investasi pendirian instalasi industri biogas.

Jenis Biaya Investasi	Total (Rp)
Total Modal Tetap	8.651.696.466
Biaya Pra Operasional	865.169.647
Modal Kerja	12.509.573.592
Total Biaya Investasi	22.026.439.705

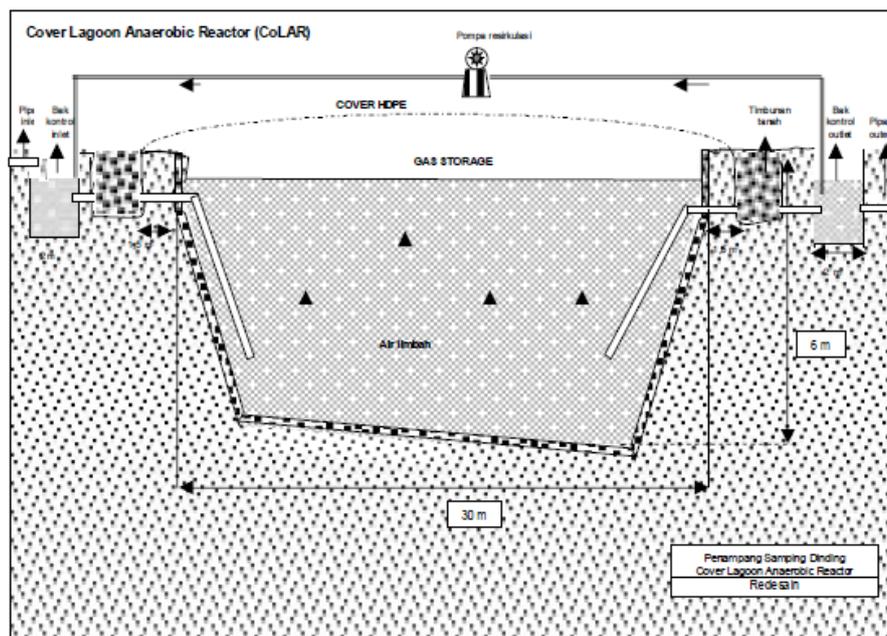
Modal kerja yang dihitung adalah modal kerja untuk 3 bulan pertama proses produksi memerlukan dana sebesar Rp12.509.573.592. Modal investasi digunakan untuk pembelian peralatan, mesin dan aktiva tetap lainnya seperti tanah dengan jumlah dana sebesar Rp 8.651.696.466. Biaya pra operasional digunakan untuk studi kelayakan, rekrutmen tenaga kerja dan pengurusan izin-izin dengan nilai Rp 865.169.647. Biaya operasional diasumsikan 10% dari modal tetap dan rincian biaya investasi pendirian instalasi industri biogas. Jadi total biaya investasi yang diperlukan adalah Rp22.026.439.705. *Cover Lagoon Anaerobic Reactor (CoLAR)* pada umumnya hanyalah sebuah *lagoon* yang ditutup dengan cover berbahan *High Density Poly Ethane (HDPE)* dengan ketebalan bervariasi yang berfungsi untuk menangkap biogas. Desain CoLAR dapat dilihat pada Gambar 2. Modifikasi CoLAR dilakukan penambahan pengaduk di dalam *lagoon* dengan menggunakan pipa paralon dengan panjang menyesuaikan panjang *lagoon* lalu kemudian diberi beberapa lubang diujungnya yang bertujuan untuk mengaliri/menyemprotkan/ memasukkan kembali limbah cair ke dalam *lagoon*, yang telah dihisap oleh pipa paralon yang lainnya.

Pembiayaan

Pembiayaan dari pinjaman dari bank konvensional dalam bentuk kredit dan modal milik sendiri. Tingkat suku bunga yang berlaku adalah 12,5%. Porsi pendanaan yaitu 70% dari pihak bank dan peminjam 30 persen (Tabel 7).

Kriteria Kelayakan Investasi

Kriteria kelayakan investasi instalasi biogas



Gambar 2. Desain CoLAR (Isdiyanto & Hasanudin, 2010).

Tabel 7. Struktur pembiayaan pendirian instalasi industri biogas

Sumber Dana	Perbandingan Pendanaan (%)	Jumlah
Modal Sendiri (Rp)	0,3	6.607.931.912
Modal Pinjaman (Rp)	0,7	15.418.507.794
Jumlah (Rp)		22.026.439.705

Tabel 8. Kriteria kelayakan pendirian industri

Kriteria Investasi	Bank Konvensional Kapasitas 1.540.800 kWh/Tahun	
NPV (Rp)	77.353.897.714	Go Project
IRR (%)	42,52%	Go Project
Net B/C	4,51	Go Project
PP (tahun)	2,22	Go Project

dapat dilihat pada Tabel 8. Nilai NPV dikatakan layak karena > 0 . NPV yang diperoleh yaitu sebesar Rp 77.353.897.714,- sehingga pendirian instalasi industri biogas dinyatakan layak. Perhitungan IRR bernilai sebesar 42,52% yang lebih besar dibandingkan *factor diskonto* yang digunakan yaitu sebesar 12,5%, maka pendirian instalasi industri biogas layak untuk direalisasikan, artinya investasi tersebut memberikan manfaat lebih dibandingkan dengan bunga saat itu.

Net Benefit Ratio untuk pendanaan dari bank konvensional adalah sebesar 4,51 sehingga pendirian instalasi biogas layak untuk direalisasikan, karena memiliki nilai > 1 . Pengembalian (*Payback Period*) untuk skema kredit dari bank konvensional sebesar 2,22, sehingga pendirian instalasi industri biogas layak direalisasikan. Wahyuni (2009) melaporkan bahwa untuk pen-

dirian usaha biogas kapasitas yang menggunakan digester dari semen dan fiber dengan ukuran 17 m³ menghasilkan NPV Rp 6.184.621.541, BC ratio 39,02, dan IRR 90% dari tingkat suku bunga 17% sedangkan Wulandari & Baga (2007), meneliti analisis finansial biogas dari limbah ternak sapi perah yang terbuat dari digester menggunakan lubang yang disemen dan atapnya dibuat seperti kubah, diperoleh nilai NPV sebesar Rp10.797.029.9, Net B/C yaitu 1,41 pada diskonto 16%, nilai IRR sebesar 24,17% dan tingkat pengembalian modal selama 10,5 tahun sehingga proyek dianggap layak. Muzayin & Tinaprilla (2008) menganalisis usaha biogas dengan jumlah sapi minimal 5.000 ekor menghasilkan NPV sebesar Rp11.401.465.948, nilai Net B/C sebesar 2,272, nilai IRR sebesar 19% dan waktu pengembalian modal selama 3,084 tahun.

Tabel 9. Hasil perkiraan nilai sensitivitas akibat perubahan harga input

Standar		Kriteria investasi			
		NPV (Rp)	IRR (%)	Net B/C	PP (tahun)
		> 1	> 12,5%	> 1	> 10
Analisis	Naik 10%	53.919.448.910	28,77%	3,32	3,01
Sensitivitas	Naik 20%	30.433.925.442	15,98%	2,25	4,45
Kenaikan dan	Naik 22%	25.492.854.774	13,31%	2,03	4,92
Penurunan	Naik 23%	23.022.319.440	11,99%	1,93	5,18
Harga Bahan	Turun 10%	100.788.346.519	57,73%	5,84	1,71
Baku	Turun 20%	124.222.795.323	74,80%	7,32	1,37

Analisis Kepekaan/Sensitivitas

Analisis sensitivitas diperlukan untuk menghindari resiko kesalahan penaksiran atau untukantisipasi jika terjadi perubahan di luar kendali usaha seperti kenaikan bahan baku dan bahan pendukung lainnya. Analisis sensitivitas yang dilakukan adalah perkiraan terhadap kenaikan harga bahan baku dalam proses produksi sebesar 10%, 20%, 22% dan 23% dan penurunan harga bahan baku dalam proses produksi sebesar 10% dan 20%. Kondisi tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah industri tersebut masih mengalami keuntungan jika biaya produksi dinaikkan dan sampai NPV bernilai atau dekat nol, Net B/C mendekati satu dan IRR mendekati tingkat bunga saat itu. Kenaikan bahan baku berupa kotoran sapi setelah 23% menyebabkan proyek sudah menjadi tidak layak (Tabel 9).

Muzayin & Tinaprilla (2008) melaporkan bahwa berdasarkan hasil analisis sensitivitas pada usaha instalasi biogas dengan jumlah sapi 5000 ekor, menjadi tidak layak jika bahan baku yang dihasilkan oleh usaha ternak sapi turun 10%, kenaikan biaya operasional dan tenaga ahli sebesar 20% dan terjadi 10% penurunan *captive market*.

KESIMPULAN

Biogas memiliki potensi yang tinggi yaitu dari 9.000 sapi mampu menghasilkan energi listrik untuk 203 pelanggan dengan daya listrik terpasang 1.300 VA. Pendirian instalasi biogas layak karena NPV bernilai positif sebesar Rp77.353.897.714; IRR lebih besar dari *discount factor* 12,5% yaitu sebesar 42,52 %, nilai Net B/C lebih besar dari 1 yaitu 4,51 dan *Payback Period* selama 2,22 tahun. Hasil analisis sensitivitas kenaikan bahan baku maksimal 23% per tahun menyebabkan proyek tidak layak.

Daftar Pustaka

Abderezak, B., Khelidj, B., Kellaci, A., & Abbes, M.

T. (2012). The smart use of biogas: Decision support tool. *AASRI Procedia*, 2, 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.aasri.2012.09.028>

Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan. (2017). *Lampung Selatan Dalam Angka 2017*. Kalianda: Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Selatan.

Bruun, S., Jensen, L. S., Khanh Vu, V. T., & Sommer, S. (2014). Small-scale household biogas digesters: An option for global warming mitigation or a potential climate bomb? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 736–741. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.033>

Budiyanto, M. A. K. (2011). Tipologi pendayagunaan kotoran sapi dalam upaya mendukung pertanian organik di Desa Summersari Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. *Jurnal Gamma*, 7(1), 42–49.

Dianawati, M. (2014). Penggunaan pupuk kandang dan limbah organik sebagai media tanam produksi benih kentang. *Jurnal Pertanian Agros*, 16(2), 292–300.

Farahdiba, A. U., Ramdhaniati, A., & S. Soedjono, E. (2014). Teknologi dan manajemen program biogas sebagai salah satu energi alternatif yang berkelanjutan di Kabupaten Malang. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, 3(2), 145–159.

Flotats, X., Bonmatí, A., Fernández, B., & Magrí, A. (2009). Manure treatment technologies: On-farm versus centralized strategies. NE Spain as case study. *Bioresource Technology*, 100(22), 5519–5526. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.050>

Gray, C., Simanjuntak, P., Sabur, L. K., Maspatella, P. F. L., & Varley, R. C. G. (2007). *Pengantar Evaluasi Proyek*. PT Gramedia Pustaka Utama (2nd ed.). Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Hamilton, D. (2012). Types of Anaerobic Digester. Retrieved from

- <http://www.extension.org/pages/30307/types-of-anaerobic-digesters>
- Hanif, A. (2010). *Studi Pemanfaatan Biogas sebagai Pembangkit Listrik 10 kW Kelompok Tani Mekarsari Desa Dander Bojonegoro Menuju Desa Mandiri Energi*. Skripsi. Jurusan Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Harahap, F. M., & Ginting, A. (1978). *Teknologi Gas Bio*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Hidayati, S., Utomo, T. P., Suroso, E., & Maktub, Z. A. (2019). Technical and technology aspect assessment of biogas agroindustry from cow manure: case study on cattle livestock industry in South Lampung District. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 230, pp. 1–8). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/230/1/012072>
- Hidayatullah, Gunawan, Mudikdjo, K., & Erliza, N. (2005). Pengelolaan limbah cair usaha peternak sapi perah melalui penerapan konsep produksi bersih. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 8(1), 124–136.
- Insam, H., Gómez-Brandón, M., & Ascher, J. (2015). Manure-based biogas fermentation residues – Friend or foe of soil fertility? *Soil Biology and Biochemistry*, 84, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.02.006>
- Isdiyanto, R., & Hasanudin, U. (2010). Rekayasa dan uji kinerja reaktor biogas sistem colar pada pengolahan limbah cair industri tapioka. *Ketenagalistrikan Dan Energi Terbarukan*, 9(1), 14–26.
- Kasmir, & Jakfar. (2013). *Studi Kelayakan Bisnis*. Jakarta: Kencana Prenada Media.
- Laginestra, M., & Allan, A. (2014). Application of Covered Anaerobic Lagoons for Pre-treatment of Wastewater in Red Meat and Other Industries.
- Mariyah. (2010). Analisis finansial budidaya ayam petelur di Kalimantan Timur. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Pembangunan*, 7(2), 6–13.
- Mengistu, M. G., Simane, B., Eshete, G., & Workneh, T. S. (2016). Factors affecting households' decisions in biogas technology adoption, the case of Ofla and Mecha Districts, northern Ethiopia. *Renewable Energy*, 93, 215–227. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.066>
- Muzayin, & Tinaprilla, N. (2008). *Analisis Kelayakan Usaha Instalasi Biogas dalam Mengelola Limbah Ternak Sapi Potong (PT. Widodo Makmur Perkasa, Cianjur)*. Skripsi. Program Sarjana Ekstensi Manajemen Agribisnis. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Orskov, E. R., Yongabi Anchang, K., Subedi, M., & Smith, J. (2014). Overview of holistic application of biogas for small scale farmers in Sub-Saharan Africa. *Biomass and Bioenergy*, 70, 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.02.028>
- Padangaran, A. M. (2008). *Manajemen Proyek Pertanian*. Kendari: Pascasarjana Universitas Halu Oleo.
- Patil, R. U., & Pujare, G. A. (2005). Bio-Gas -A Gift for Rural Electrification System. In *National Seminar on Alternative Energy Sources* (pp. 99–105). Thane: Vidya Prasarak Mandal's Polytechnic.
- Rachadian, F. M., Agassi, E. A., & Sutopo, W. (2013). Analisis kelayakan investasi penambahan mesin frais baru pada CV. XYZ. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 15–20. <https://doi.org/10.12777/jati.8.1.15-20>
- Rahman, M. M., Hasan, M. M., Paatero, J. V., & Lahdelma, R. (2014). Hybrid application of biogas and solar resources to fulfill household energy needs: A potentially viable option in rural areas of developing countries. *Renewable Energy*, 68, 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.01.030>
- Simamora, S., Salundik, Wahyuni, S., & Surajudin. (2006). *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Sonbait, L. Y., & Wambrauw, Y. L. D. (2011). Permasalahan dan solusi pemberdayaan masyarakat melalui program biogas sebagai energi alternatif di Kabupaten Manokwari Papua Barat. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 11(2), 87–91.
- Sugiyono, A. (2012). Pemberdayaan ekonomi masyarakat melalui pengembangan desa mandiri energi di Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Quality*, 2(8), 50–58.
- Syamsuddin, A.R., Mappangaja & Natsir, A. (2012). Analisis manfaat program biogas asal ternak bersama masyarakat (BATAMAS) Kota Palopo (Studi kasus Kelompok Tani Kampulang Kecamatan Wara Selatan Kota Palopo). *Jurnal Pascasarjana Universitas Hasanuddin*.

- Thi, N. B. D., Lin, C.-Y., & Kumar, G. (2016). Waste-to-wealth for valorization of food waste to hydrogen and methane towards creating a sustainable ideal source of bioenergy. *Journal of Cleaner Production*, *122*, 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.034>
- Wahyuni, S. (2009). Analisis kelayakan pengembangan biogas sebagai energi alternatif berbasis individu dan kelompok peternak. *Institut Pertanian Bogor*, *4*(2), 217–224.
- Walter Borges de Oliveira, S. V., Leoneti, A. B., Magrini Caldo, G. M., & Borges de Oliveira, M. M. (2011). Generation of bioenergy and biofertilizer on a sustainable rural property. *Biomass and Bioenergy*, *35*(7), 2608–2618. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.02.048>
- Widodo, T. W., Nurhasanah, A., Asari, A., & Elita, R. (2009). Pemanfaatan limbah industri pertanian untuk energi biogas. In *Konferensi Nasional 2007 - Pemanfaatan Hasil Samping Industri Biodiesel dan Industri Etanol serta Peluang Pengembangan Industri Integratednya* (pp. 182–191). Jakarta.
- Wulandari, I., & Baga, L. M. (2007). *Analisis Kelayakan Proyek Instalasi Biogas Dalam Mengelola Limbah Ternak Sapi Perah (Kasus di Kelurahan Kebon Pedes Bogor)*. Skripsi. Program Ekstensi Manajemen Agribisnis. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zhang, X., Luo, L., & Skitmore, M. (2015). Household carbon emission research: an analytical review of measurement, influencing factors and mitigation prospects. *Journal of Cleaner Production*, *103*, 873–883. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.024>