

## TAMAN ENERGI TERPADU DALAM MEWUJUDKAN KEMANDIRIAN ENERGI DAN PANGAN DESA

### INTEGRATED ENERGY PARK IN REALIZING VILLAGE ENERGY AND FOOD INDEPENDENCE

Rivilyo Mangolat Rizky Sitanggang<sup>1</sup>, Yanif Dwi Kuntjoro<sup>2</sup>, Athalia Christina<sup>3</sup>,  
Annisa Nur Azizah<sup>4</sup>, I Putu Aditya Brama Putra Cakra Negara<sup>5</sup>

Universitas Pertahanan Republik Indonesia

Email: rivilyo.s@gmail.com<sup>1</sup>, yanifdkuntjoro@gmail.com<sup>2</sup>, athaliachrist@gmail.com<sup>3</sup>,  
annisaisyaaazizah@gmail.com<sup>4</sup>, [adityabrama5248@gmail.com](mailto:adityabrama5248@gmail.com)<sup>5</sup>

#### Abstract

*The development of Renewable Energy Technologies (EBT) has become a new focus in energy technology development. The advancement of EBT technology aligns with the increasing share of renewable energy, which has grown by 2% from 2017 to 2020. From an energy resilience perspective, EBT technology development can also be a solution for the energy crisis in Remote, Rural, and Undeveloped areas (3T). The rural lifestyle dominated by farming and livestock as livelihoods lacks proper waste management. Limited waste management processes, including the burning of crop residues and livestock waste in empty fields, can lead to pollution and diseases. From a Natural Resource perspective, properly processed agricultural and livestock waste, with the support of Human Resources and appropriate infrastructure, can turn into valuable resources for daily life in rural areas. Supachievelean agricultural and livestock waste management, integrated biogas reactors with green spaces such as plantations, hydroponics, and fishponds can be a solution to achieving clean waste management while simultaneously ensuring food and energy security. Using quantitative methods, including field testing and direct measurement, the input-output percentages of different waste types and the potential of the Integrated Energy Park in supplying energy and food for the village can be calculated.*

**Keywords:** Biogas, rural areas, REB (Renewable Energy Technologies), livestock waste, biogas reactor, Integrated Energy Park

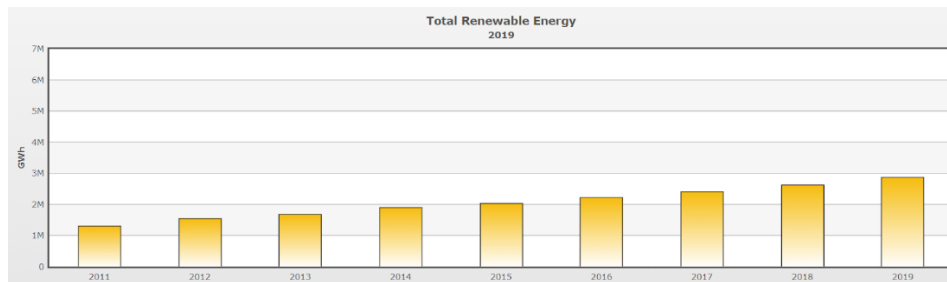
#### Abstrak

Pengembangan Teknologi Energi Baru Terbarukan (EBT) telah menjadi fokus utama dalam perkembangan sektor energi. Kemajuan teknologi EBT sejalan dengan peningkatan porsi energi terbarukan yang telah tumbuh sebesar 2% dari tahun 2017 hingga 2020. Dari perspektif ketahanan energi, pengembangan teknologi EBT juga dapat menjadi solusi untuk mengatasi krisis energi di daerah Terdepan, Terpencil, dan Tertinggal (3T). Gaya hidup pedesaan yang didominasi oleh pertanian dan peternakan sebagai mata pencaharian seringkali tidak didukung oleh manajemen limbah yang baik. Proses pengelolaan limbah yang terbatas, seperti pembakaran sisa panen dan kotoran ternak di lahan kosong, berpotensi menimbulkan polusi dan penyakit. Dari sudut pandang Sumber Daya Alam (SDA), limbah pertanian dan peternakan yang diolah dengan benar, didukung oleh Sumber Daya Manusia (SDM) dan infrastruktur yang sesuai, dapat menjadi sumber daya berharga untuk kehidupan sehari-hari di pedesaan. Untuk mendukung pengelolaan limbah pertanian dan peternakan yang bersih, reaktor biogas yang terintegrasi dengan area hijau seperti perkebunan, hidroponik, dan kolam budidaya ikan dapat menjadi solusi yang memungkinkan pengelolaan limbah yang bersih sambil memastikan keamanan pangan dan energi secara bersamaan. Dengan metode kuantitatif, termasuk pengujian lapangan dan pengukuran langsung, persentase masukan-keluaran dari berbagai jenis limbah serta potensi Taman Energi Terpadu dalam memenuhi kebutuhan energi dan pangan di desa dapat dihitung.

**Kata kunci:** Biogas, desa, EBT, limbah kotoran ternak, reaktor biogas, Taman Energi Terpadu

## PENDAHULUAN

Pada tahun 2018, Penduduk Indonesia sebesar 267,7 juta jiwa dan meningkat menjadi 270,2 juta jiwa pada tahun 2020 (BPS, 2021). Dengan demikian, tingkat pertumbuhan penduduk Indonesia dalam dua tahun terakhir adalah sebesar 0,93 persen. Pertumbuhan ini tentu diiringi kebutuhan energi yang semakin bertambah dan mendorong eksplorasi akan kebutuhan energi primer.



**Gambar 1.** Produksi Energi Baru Terbarukan di Asia  
*Sumber:* Purnomo Yusgiantoro Center, tahun 2022

Sejak 2017, pangsa EBT mengalami peningkatan yang berkelanjutan. Penyediaan EBT tersebut didominasi oleh BBN, biomassa, hidro, dan panas bumi. Sementara itu, EBT lainnya (angin dan surya) masih memiliki pangsa yang kecil (BPPT, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa EBT mulai membentuk kemampuan untuk bersaing dengan energi konvensional untuk memenuhi kebutuhan energi yang semakin mendesak. Dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia sebesar 1,17% pada 2022 (BPS, 2022), maka Indonesia harus mengambil langkah-langkah dalam peralihan energi konvensional ke energi alternatif.

Pada desa Terdepan, Terpencil, dan Tertinggal (3T) di mana bertani dan beternak menjadi mata pencaharian utama, kemampuan tata kelola limbah seringkali kurang memadai. Indonesia memiliki lebih dari 60,438 desa terpencil (BPS, 2018) dan oleh karenanya, pola pencaharian masyarakat desa yang erat dengan kegiatan peternakan. Provinsi Jawa Barat per tahun 2020 memiliki 118.434 ekor sapi perah dan 392.590 ekor sapi potong (BPS, 2021). Sedangkan populasi sapi di Indonesia pada tahun 2020 adalah sebanyak 568.000 ekor sapi perah dan 17.440.393 ekor sapi potong (BPS, 2021). Lebih lanjut, jumlah peternakan dan sapi yang terus tumbuh di provinsi Jawa Barat menimbulkan satu perhatian khusus. Prasetya (2020) menjelaskan bahwa Sungai Citarum di Provinsi Jawa Barat menjadi perhatian khusus Pemerintah karena tercemar oleh limbah kotoran sapi yang tidak dikelola dengan baik. Pencemaran ini memprihatinkan dan memerlukan upaya untuk mengelola limbah dengan baik agar tidak merusak lingkungan dan kesehatan masyarakat setempat.

Sementara itu di Sektor pertanian, Jawa Barat juga memainkan peran penting dalam produksi padi Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi padi di Jawa Barat sekitar 9,2 juta ton pada tahun 2020, sedangkan produksi padi di Indonesia secara keseluruhan mencapai sekitar 54,65 juta ton pada tahun yang sama. Pertumbuhan produksi di sektor pertanian tersebut berdampak pada meningkatnya kebutuhan pupuk urea. Menurut

APPI (2022), pada tahun 2021 total produksi pupuk urea mencapai 7.712.530 ton, yang mencakup total konsumsi domestik maupun ekspor. Oleh karena itu, inovasi di sektor produksi pupuk menjadi sangat penting demi menjaga kebutuhan pupuk yang tinggi setiap tahunnya.

Dalam perspektif negatif, dominasi sektor peternakan dan pertanian di Jawa Barat dapat dilihat sebagai penyebab permasalahan lingkungan yang rumit untuk diatasi. Namun melalui pengelolaan yang baik, limbah tani dan kotoran ternak menjadi potensi sumber permasalahan dapat ditransformasi menjadi sumber daya alam lokal yang menjadi keunggulan desa itu sendiri (Sukmana & Muljatiningrum, 2023).

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Taman Energi Terpadu**

Energi berperan penting dalam meningkatkan kegiatan ekonomi di Indonesia, namun harus dikelola berdasarkan prinsip-prinsip pembangunan yang berkelanjutan (Azhar & Satriawan, 2018). Untuk itu, diperlukan pengembangan sumber daya alam yang dapat membangun siklus transformasi efektif dari sumber daya alam menjadi produk yang bermanfaat.

Sejalan dengan Strategi Energi Nasional yang dibentuk oleh pemerintah pusat, sebagaimana tercermin dengan dikeluarkannya Peraturan Presiden No. 5/2006 pasal 2 ayat (1) yang menyatakan bahwa, “Kebijakan Energi Nasional bertujuan untuk mengarahkan upaya-upaya dalam mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri”. Maka pemberdayaan sumber daya alam lokal khususnya pemberdayaan limbah dapat menjadi kunci kemandirian desa dalam bidang pangan melalui produksi pupuk mandiri sekaligus mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri.

Menurut penelitian oleh Hidayati (2020), biogas dapat menjadi alternatif energi terbarukan yang berpotensi besar di Indonesia, terutama di sektor peternakan, karena biogas dapat diproduksi dari limbah ternak dan limbah organik lainnya. Untuk itu, penerapan Taman Energi Terpadu sangat penting dalam membangun biogas yang lebih baik dari segi ekonomi dan pengolahan setiap output. Dengan memanfaatkan teknologi yang tepat dan memadukan berbagai sumber daya energi yang tersedia, Taman Energi Terpadu dapat meningkatkan efisiensi produksi biogas dan menghasilkan berbagai produk sampingan yang memiliki nilai ekonomi. Selain itu, penerapan Taman Energi Terpadu juga dapat membantu mengatasi masalah limbah organik dan memperbaiki kualitas lingkungan sekitar.

Dengan demikian, pemberdayaan sumber daya alam lokal khususnya pemberdayaan limbah dapat menjadi kunci kemandirian desa dalam bidang pangan melalui produksi pupuk mandiri sekaligus mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri.

### **BUMDes**

Peran Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) sangat penting dalam pemberdayaan sumber daya alam lokal di pedesaan (Sumarno, 2021). BUMDes adalah sebuah badan usaha yang dimiliki desa dengan tujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa melalui pengembangan ekonomi lokal.

Dalam pengelolaan limbah peternakan dan pertanian melalui Taman Energi Terpadu, perlu diperhatikan bahwa harga infrastruktur biogas yang tinggi menjadi hambatan utama bagi peternak untuk membangun instalasi biogas di peternakan (Hidayati 2020). Oleh karena itu, peran BUMDes dalam mendorong pemberdayaan dan pengembangan sumber daya alam lokal di kalangan masyarakat desa 3T dianggap krusial. Untuk itu, analisis mengenai kelayakan investasi dalam pengelolaan limbah perlu dilakukan untuk menentukan apakah investasi tersebut layak secara finansial. Analisis tersebut meliputi *Net Present Value* (NPV), *Net Benefit-Cost Ratio* (Net B/C) dan *Break Even Point* (BEP). Dengan melakukan analisis ini, BUMDes dapat menentukan apakah investasi dalam pengelolaan limbah layak dan dapat memberikan keuntungan bagi masyarakat desa.

## METODE

### Metode Penelitian

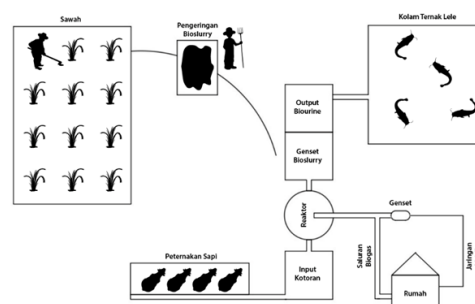
Taman Energi Terpadu dibangun di tengah pemukiman warga yang mayoritas berprofesi sebagai peternak. Desa Singasari, Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor merupakan lokasi penelitian yang tepat dan mampu memenuhi kualifikasi kebutuhan penelitian. Kondisi peternakan di Desa Singasari merupakan peternakan pribadi milik warga yang dibangun pada tiap rumah warga. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2022. Dalam penelitian didapat data primer dan sekunder sebagai berikut:

1. Pengumpulan data primer dilakukan melalui wawancara langsung dengan peternak di Desa Singasari, Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor. Selain itu data *input* dan *output* dari 1 (satu) fasilitas Taman Energi Terpadu dihimpun setiap harinya. Selanjutnya data diambil dari penggerak atau produsen biogas di Saung Hijau, Kecamatan Ciomas, Jawa Barat dan Kampung Sukaati, Desa Singasari, Kecamatan Jonggol, Jawa Barat.
2. Data sekunder diperoleh melalui studi pustaka dan dokumen berupa catatan terkait penelitian biogas, serta dari instansi terkait.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Taman Energi Terpadu merupakan suatu konsep lingkungan hijau yang didalamnya terdapat unsur biotik, abiotik, dan energi dimana keseluruhan unsurnya saling bersinergi satu sama lain. Taman Energi Terpadu dirancang dengan menghubungkan beberapa subsistem yang memusatkan reaktor biogas sebagai subsistem utama.

### Desain



Gambar 2. Desain Taman Energi Terpadu

Taman Energi Terpadu didesain Sumber utama diolah dalam sebuah digester berukuran 4 m<sup>3</sup>. Reaktor biogas mula-mula menerima input dari peternakan berupa limbah kotoran ternak yang kemudian akan dilarutkan dengan komposisi limbah dan air 1:1. Setelah masuk ke dalam bak inlet, maka campuran tadi akan mengalir ke dalam digester dan bereaksi dengan bakteri anaerob untuk menghasilkan gas metan. Setelah gas metan terkumpul dalam kuantitas yang besar, maka gas siap dialirkan keluar digester dan secara tidak langsung menekan campuran ke bak outlet. campuran yang masuk ke dalam bak outlet disebut dengan bioslurry. Melalui komponen ini, sistem reaktor biogas akan mendukung sistem pertanian, perikanan, dan rumah tangga.

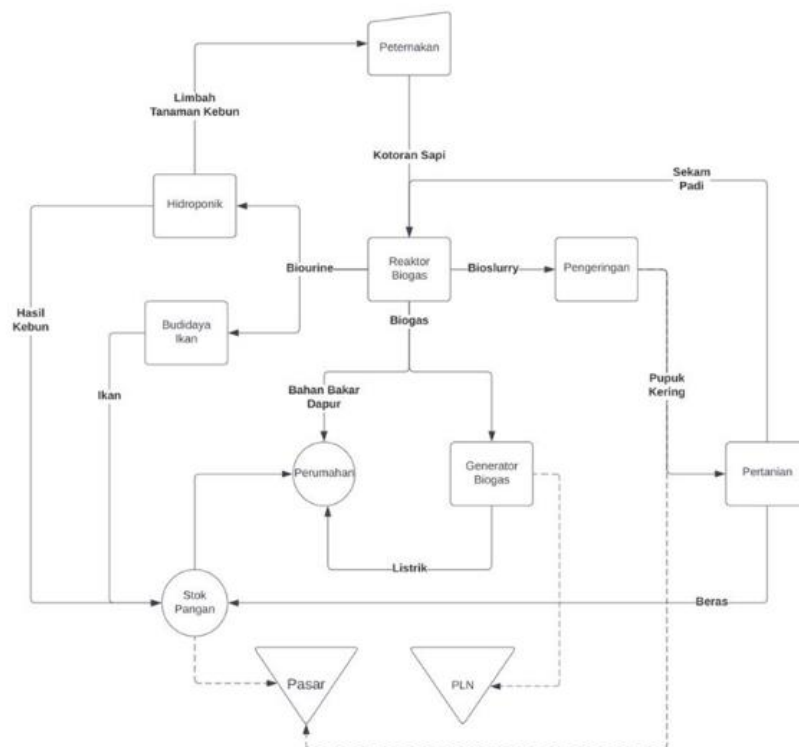
Output dari reaktor biogas adalah biogas dan bioslurry. Biogas yang terdiri dari zat metana dapat dialirkan ke rumah warga untuk memenuhi kebutuhan memasak sebagai pengganti gas LPG tabung. Untuk bioslurry yang tinggi akan Nitrogen, dapat diolah menjadi pupuk NPK organik untuk memenuhi kebutuhan pertanian konvensional maupun hidroponik. Selanjutnya, bioslurry juga dapat digunakan sebagai nutrisi tambahan bagi budidaya lele melalui kemampuan bioslurry untuk memacu pertumbuhan plankton di dalam media budidaya.

Hubungan tiap sub-sistem pada Taman Energi Terpadu dihubungkan menjadi suatu ekosistem baru. Untuk menjaga masa hidup (*lifetime*) dari inovasi ini cukup sederhana. Pasokan limbah peternakan harus dijaga agar tetap konstan dan sesuai dengan standar pengolahan pada digester reaktor biogas. Perawatan dan sistem yang mudah dioperasikan oleh warga menjadi keunggulan inovasi ini. Kombinasi peternakan dan pertanian bersinergi menyokong kesejahteraan warga desa melalui kemandirian energi. Melalui pembangunan, Taman Energi Terpadu dengan desain tersebut dapat dibangun dengan rincian anggaran berikut.

<b>Rincian Anggaran Taman Energi Terpadu</b>					
<b>No.</b>	<b>Jenis</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga</b>	<b>Total</b>
<b>1</b>	<b>Paket Reaktor</b>	<b>1</b>	Paket	Rp29.415.000	<b>Rp29.415.000</b>
<b>2</b>	<b>Paket Hidroponik</b>	<b>2</b>	Paket	Rp5.810.000	<b>Rp11.620.000</b>
<b>3</b>	<b>Pompa air Yamano ACT 5800</b>	<b>1</b>	pcs	Rp600.000	<b>Rp600.000</b>
<b>4</b>	<b>Aerator</b>	<b>1</b>	Paket	Rp2.380.000	<b>Rp2.380.000</b>
<b>5</b>	<b>Capacity Building 1</b>	<b>1</b>	Paket	Rp5.445.000	<b>Rp5.445.000</b>
<b>6</b>	<b>Capacity Building 2</b>	<b>1</b>	Paket	Rp340.000	<b>Rp340.000</b>
<b>Total</b>					<b>Rp49.800.000</b>

Berbagai perincian Taman Energi Terpadu dapat menjadi suatu siklus timbal balik. Output berupa *biogas dan bioslurry* mampu menghidupkan peternakan dan budidaya ikan. Tidak berhenti disana, peternakan dan budidaya ikan akan menghasilkan output berupa tanaman sayur dan ikan. Dalam skala kecil, Taman Energi Terpadu juga mempengaruhi perekonomian sektor rumah tangga. Proyek ini dapat dengan mudah diadaptasi dengan skala besar dan biogas tidak hanya menjadi bahan bakar dapur namun juga generator biogas. Generator akan menghasilkan listrik dengan tegangan tertentu bergantung pada ukuran generator sehingga mampu memenuhi pasokan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Hasil kebun akan menyuplai pasokan pada pasar tradisional sehingga mampu menjadi siklus baru inovasi EBT.

### Topologi Sistem



**Gambar 3.** Topologi Sistem Taman Energi Terpadu

#### Keterangan:

- Alur Primer
- - Alur Sekunder
- Sistem
- Penerima Produk
- ▤ Produsen Input
- ▽ Pembeli Output

Peternakan pada umumnya akan menghasilkan kotoran hewan ternak (khususnya sapi). Dari kotoran sapi bisa dimanfaatkan sebagai salah input utama dalam reaktor biogas selain air. Reaktor Biogas menghasilkan beberapa output yaitu biogas, dan bioslurry. Hasil dari biourine dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk tanaman hidroponik yang akan menghasilkan limbah tanaman kebun dan dapat berperan sebagai pakan hewan ternak. Hasil kebun dari tanaman hidroponik menjadi stok pangan dan pada skala besar mampu didistribusikan ke pasar. Tidak berhenti disana, budidaya ikan dapat dijadikan sebagai stok pangan ataupun alternatif lain dapat diperjual-belikan di pasar-pasar yang ada. Kemudian, output berupa biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dapur rumah tangga dengan menggantikan peran LPG sebagai bahan bakar kompor. Biogas juga dapat dimanfaatkan sebagai generator biogas, sehingga dapat memenuhi pasokan listrik rumah tangga. Konsep biogas dapat dikembangkan dengan kerjasama melalui Perusahaan Listrik Negara (PLN) pada kuantitas biogas tertentu. Biogas akan memenuhi syarat pasokan listrik yang mampu menjadi suplai listrik dalam ruang lingkup yang luas.

Bio Slurry sebagai output dalam bentuk padatan akan diproses melalui pengeringan menjadi pupuk kering. Pupuk kering digunakan di sektor pertanian atau dijual kepada para petani setempat sebagai nutrisi tambahan tanaman padi guna menambah kesuburan serta mencegah degradasi lahan. Hasil panen merupakan cadangan pangan sebagai bentuk ketahanan pangan. Hasil sisa seperti sekam padi dapat digabungkan dengan kotoran hewan ternak sebagai input utama reaktor biogas.

### Analisis Finansial

Secara finansial, aspek penilaian kelayakan dilihat melalui nilai *Net Present Value* (NPV), *Net Benefit-Cost Ratio* (Net B/C) dan *Break Even Point* (BEP).

#### a. *Net Present Value* (NPV)

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

Keterangan:

$B_t$  = Manfaat yang diperoleh tiap tahun

$C_t$  = Biaya yang dikeluarkan tiap tahun

$i$  = tingkat bunga (diskonto)

$t$  = 1, 2, 3, ..., n

$n$  = jumlah tahun

#### b. *Net Benefit-Cost Ratio* (Net B/C)

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

Keterangan:

$B_t$  = manfaat yang diperoleh tiap tahun

$C_t$  = biaya yang dikeluarkan tiap tahun

$I$  = tingkat bunga (diskonto)

$t$  = 1, 2, 3, ..., n

$n$  = jumlah tahun

*c. Break Even Point (BEP)*

Titik balik pokok dihitung menggunakan analisis *Break Even Point (BEP)* yang bergantung pada lama arus penerimaan Taman Energi Terpadu dapat menutupi biaya operasi dan pemeliharaan serta biaya modal lainnya.

Income					
No.	Jenis	Harga Satuan	Hari	Bulan	Tahun
1.	Biogas (m <sup>3</sup> )	Rp 3.850	Rp 7.700	Rp 231.000	Rp 2.772.000
2.	Bioslurry Padat (kg)	Rp 300	Rp 8.400	Rp 252.000	Rp 3.024.000
Sub-total			Rp 16.100	Rp 483.000	Rp 5.769.000

BEP = FCP - L

FC = modal awal

P = keuntungan yang didapatkan per tahun

L = kerugian yang didapatkan per tahun

**Input - Output Reaktor Biogas**

INPUT				
NO	Jenis	Hari	Bulan	Tahun
1.	Kotoran Sapi (kg)	68	2040	24480
2.	Air (L)	68	2040	24480
3.	Urin Sapi (L)	8	240	2880
OUTPUT				
NO	Jenis	Hari	Bulan	Tahun
1.	Biogas (m <sup>3</sup> )	2	60	720
2.	Bioslurry Padat (kg)	28	840	10080

**Analisis Finansial**

Analisis finansial dilakukan untuk mengetahui perkiraan jumlah modal, jenis penggunaan, dan pelaksanaan operasional Taman Energi Terpadu. Dalam analisis ini, aliran kas dibagi menjadi aliran kas masuk dan aliran kas ke luar. Aliran kas masuk (inflow) berasal dari penerimaan biogas, pupuk organik, maupun hasil hidroponik dan budaya lele yang diusahakan. Arus kas ke luar (outflow) berasal dari pengeluaran biaya investasi dan biaya operasional. Selisih besaran antara arus kas masuk dengan arus kas ke luar merupakan suatu keuntungan atau kerugian dari pengembangan instalasi Taman Energi Terpadu.



a. Arus Penerimaan (*inflow*)

Manfaat atau penerimaan proyek instalasi Taman Energi Terpadu bersumber dari hasil biogas, pupuk, dan biogas yang dihasilkan. Besarnya penerimaan sangat bergantung oleh banyaknya rumen segar (limbah ternak) yang dimasukkan ke dalam instalasi biogas. Biogas yang dihasilkan dalam instalasi ini digunakan oleh RT peternak, maka untuk mendapatkan harga jual dari biogas, harga gas dikonversikan dengan harga pemakaian minyak tanah yang dikeluarkan oleh RT peternak selama ini. Dengan asumsi pemakaian minyak tanah oleh RT peternak selama ini dapat diketahui harga jual biogas selama setahun Rp. 26.640.000,- merupakan penerimaan RT peternak berbasis individu dan kelompok Rp. 1.152.360.000,-.

Untuk penerimaan pupuk organik berbeda antara pupuk padat dan pupuk cair. Penerimaan untuk pupuk organik hanya didapatkan per tahun. Untuk pupuk cair dan padat dengan hasil produksi per tahun diperoleh penerimaan individu Rp. 20.880.000 dan kelompok Rp. 104.400.000. Total penerimaan keseluruhan instalasi biogas Rp. 5.040.000 berbasis individu dan Rp. 1.132.200.000 untuk kelompok.

b. Arus Pengeluaran (*outflow*)

Arus pengeluaran dalam analisis kelayakan pengembangan instalasi biogas terdiri dari biaya investasi dan biaya operasional. Arus biaya mencerminkan pengeluaran-pengeluaran yang terjadi selama masa pengembangan instalasi biogas.

**Biaya Investasi**

Pada program pengembangan Taman Energi Terpadu, biaya investasi dikeluarkan pada awal proyek secara keseluruhan. Masa guna optimal dari instalasi Taman Energi Terpadu adalah 30 tahun.

Biaya investasi Taman Energi Terpadu terdiri dari biaya investasi bangunan, tanah, peralatan, dan tenaga kerja. Rincian biaya investasi yang dikeluarkan pada proyek pembuatan instalasi biogas dapat dilihat pada tabel berikut.

No	Uraian	Satuan	Harga
1	Paket Reaktor	1 paket	Rp29.415.000
2	Paket Hidroponik	2 paket	Rp11.620.000
3	Pompa air Yamano ACT 5800	1 pcs	Rp600.000
4	Aerator	1 paket	Rp2.380.000
5	Capacity Building 1	1 paket	Rp5.445.000
6	Capacity Building 2	1 paket	Rp340.000

Total	Rp49.800.000
-------	--------------

### Biaya tetap

Biaya tetap yang dikeluarkan pada Taman Energi Terpadu terdiri dari biaya *maintenance* dan penyusutan. Pengeluaran pada individu per tahun Rp 150.000, dengan biaya penyusutan Rp 1.600.000 per tahunnya.

### Biaya variabel

Biaya variabel dalam pengelolaan Taman Energi Terpadu membentuk komponen dari biaya total. Biaya variabel inovasi adalah nol. Keperluan dari pengoperasian digester biogas berasal dari limbah domestik peternakan yaitu kotoran ternak. Selanjutnya, diperlukan air dengan volume setara limbah kotoran ternak yang masuk pada bak inlet. Sehingga Taman Energi Terpadu hanya memerlukan biaya marginal yang telah memenuhi segala kebutuhan secara finansial.

### Kriteria kelayakan finansial

Analisis kriteria kelayakan finansial digunakan untuk menilai keberlangsungan dan kelayakan Taman Energi Terpadu. Dalam penelitian ini digunakan beberapa kriteria kelayakan usaha, yaitu NPV, Net B/C dan IRR.

Melalui kriteria ini, dapat dilihat sejauh mana tingkat kelayakan proyek Taman Energi Terpadu. Kriteria ini dilakukan untuk melihat sejauh mana kelayakan proyek tersebut berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan.

Analisis kriteria kelayakan finansial digunakan untuk menilai kelayakan sebuah proyek. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa kriteria kelayakan proyek yang digunakan, yaitu NPV, Net B/C, dan BEP. Analisis kelayakan finansial dihitung dengan mengabaikan variabel suku bunga karena modal awal yang didapatkan berasal dari BUMDes. Kriteria ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana kelayakan proyek tersebut apabila peternak menggunakan modal yang ada.

Dengan arus tunai (*cash flow*), diperoleh analisis kelayakan finansial berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan sebagai berikut.

**Tabel 3.** Hasil analisis kelayakan finansial pengembangan biogas

No.	Indikator Kelayakan	Nilai
1.	NPV	Rp 71.580.000
2.	Net B/C	1,69
3.	BEP	12,30

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis kelayakan finansial proyek Taman Energi Terpadu. Dari tabel tersebut, diketahui bahwa nilai NPV yang dihasilkan dari proyek Taman Energi Terpadu adalah Rp 71.580.000. Artinya bahwa nilai sekarang (*present value*) dari pendapatan yang diterima bernilai positif selama 30 tahun. Dengan hasil analisis NPV tersebut dapat disimpulkan bahwa program Taman Energi Terpadu dinyatakan layak dilaksanakan dalam rangka pengelolaan limbah ternak.

Pada pengujian kriteria kelayakan kedua, hasil kriteria kelayakan melalui Net B/C diperoleh hasil 1,69. Nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap pengeluaran biaya Rp 1,00 akan menghasilkan manfaat Rp 1,69 atau dapat dikatakan bahwa pendapatan bersih yang diperoleh 1,69 kali dari biaya yang dikeluarkan.

Selanjutnya, hasil pengujian kriteria kelayakan proyek melalui uji BEP atau *Break Even Point* didapatkan perkiraan nilai 12,30. Nilai tersebut menunjukkan bahwa modal awal yang digunakan untuk mengembangkan instalasi biogas akan kembali setelah kurang lebih dua belas tahun empat bulan.

**Analisis SWOT**

Analisis SWOT merupakan sebuah analisis yang digunakan untuk mengetahui *Strengths, Weakness, Opportunity, dan Threats* dalam mengembangkan biogas dari limbah ternak sapi sebagai energi alternatif baru terbarukan di Kampung Sukaati Desa Singasari Kecamatan Jonggol Kabupaten Bogor. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil wawancara dan pengamatan langsung di lokasi industri biogas, dapat diidentifikasi bahwa faktor penyusunan strategi internal dapat dilihat melalui kekuatan dan kelemahan pengembangan biogas. Sedangkan faktor penyusunan strategi eksternal dapat ditinjau melalui peluang dan ancaman yang dihadapi dalam pengembangan biogas.

Faktor-faktor penyusunan strategi tersebut kemudian dianalisis dengan matriks analisis SWOT. Matriks analisis SWOT merupakan alat yang dipakai untuk menyusun strategi pengembangan yang dapat menghasilkan empat set alternatif strategi, yakni strategi SO, strategi WO, strategi ST, dan strategi WT yang secara deskriptif disajikan pada tabel berikut.

Faktor Internal	<b>KEKUATAN (S)</b> S1 Mutu produk baik S2 Kontinuitas sebagai energi alternatif baru terbarukan S3 Harga relatif lebih murah daripada BBM atau LPG S4 Mengurangi pencemaran lingkungan S5 Besarnya dukungan pemerintah	<b>KELEMAHAN (W)</b> W1 Kurangnya sosialisasi pada masyarakat W2 SDM kurang memadai W3 Pemasaran belum optimal
Faktor Eksternal	<b>Strategi SO</b> 1. Meningkatkan produktivitas (O1, O2, O4; S1, S2) 2. Memperluas jaringan pemasaran (O1, O3, O4; S1, S2, S4, S5)	<b>Strategi WO</b> 1. Memanfaatkan BUMDes untuk pengembangan usaha (O1, O4) 2. Meningkatkan pengetahuan manajemen usaha (O3, O4; W2)
<b>PELUANG (O)</b> O1 Dapat mengganti energi tak terbarukan O2 Mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik O3 Meningkatkan pendapatan masyarakat O4 Mendorong perkembangan sektor pertanian dan peternakan O5 Mendukung perekonomian masyarakat		

ANCAMAN (T)	Strategi ST	Strategi WT
T1 Sikap masyarakat yang masih tak acuh T2 Menurunnya populasi ternak T3 Adanya penyakit pada ternak T4 Adanya produk substituen	1. Mempertahankan dan menjaga mutu produk yang dihasilkan (T2, T3; S1, S2, S4) 2. Pengintegrasian peternak dengan pengelola (T1, T2, T3; S1, S3, S5)	1. Mensosialisasikan biogas sebagai energi alternatif baru terbarukan (T1, T4; W1, W3) 2. Meningkatkan teknologi produksi dan mutu produk (T2, T3, T4; W2)

## PENUTUP

### Kesimpulan

Instalasi pengolahan limbah (reaktor biogas) yang terbuat dari semen dan fiberglass dipilih karena efektivitasnya dan hasil produksi gas yang lebih baik. Hasil penelitian di Kampung Sukaati, Desa Singasari, Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor menunjukkan bahwa pupuk organik padat dapat digunakan untuk meningkatkan pendapatan peternak. Analisis kelayakan finansial dengan kapasitas digester 4 m<sup>3</sup> pada tingkat suku bunga 0% menunjukkan bahwa proyek pengembangan instalasi biogas Taman Energi Terpadu layak dan sebaiknya dilaksanakan serta dikembangkan.

Identifikasi faktor internal dan eksternal dalam pengembangan proyek instalasi biogas Taman Energi Terpadu meliputi: (1) peningkatan produktivitas, (2) perluasan jaringan pemasaran, (3) pemanfaatan BUMDes untuk pengembangan usaha, (4) peningkatan pengetahuan manajemen usaha, (5) menjaga mutu produk, (6) pengintegrasian peternak dengan pengelola, (7) mensosialisasikan biogas sebagai energi terbarukan alternatif, (8) peningkatan teknologi produksi dan mutu produk.

Alternatif strategi yang tepat untuk pengembangan instalasi biogas bagi peternak adalah harga reaktor yang terjangkau, kuat, mudah didapat, ringan, dan mudah dipindahkan, perawatan dan operasional biodigester yang lebih efektif dan mudah dilakukan, serta pemasangan instalasi biodigester yang lebih sederhana. Selain itu, kontinuitas sebagai sumber energi alternatif, kemampuan mengurangi pencemaran lingkungan, penerapan teknologi sederhana, nilai tambah berupa pupuk organik, dan dukungan pemerintah juga menjadi pertimbangan penting.

### Saran

Pengembangan proyek instalasi biogas sebaiknya dilakukan, terutama di sentra peternakan, karena memberikan manfaat finansial dan lainnya. Peternak, yang terlibat langsung dalam operasional biogas, sebaiknya lebih tanggap dalam mengatasi masalah dan kerusakan yang mungkin terjadi dalam operasional instalasi sehari-hari. Selain itu, pengolahan ampas biogas menjadi pupuk organik sebaiknya terus dilakukan oleh peternak agar limbah dari usaha peternakan dapat dimanfaatkan secara efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

Azhar, M., & Satriawan, D. A. (2018). Implementasi kebijakan energi baru dan energi terbarukan dalam rangka ketahanan energi nasional. *Administrative Law and Governance Journal*, 1(4), 398-412.

- APPI (2022). Fertilizer Consumption on Domestic Market and Export Market, year 2017 – 2022
- A. Lamading, H. . (2022). Membangun Mindset Entrepreneurship Di Era Digital Pada Masyarakat Labuan. *Sibatik Journal: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 1(12), 2761–2766. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v1i12.428>
- Bank Indonesia (2022). Statistik Ekonomi Keuangan Indonesia. 2022. Bank Indonesia
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (2020). Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Sektor Energi di Indonesia.
- Badan Pusat Statistik (2018). Indeks Pembangunan Desa 2018. Badan Pusat Statistik. [https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view\\_data/0000/data/1231/sdgs\\_10/1](https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data/0000/data/1231/sdgs_10/1)
- Badan Pusat Statistik (2021). Populasi Hewan Ternak (ekor), 2019-2021. Badan Pusat Statistik. <https://jabar.bps.go.id/indicator/158/255/1/populasi-hewan-ternak-.html>
- Badan Pusat Statistik (2021). Populasi Sapi Perah menurut Provinsi (Ekor), 2019-2021. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/indicator/24/470/1/populasi-sapi-perah-menurut-provinsi.html>
- Badan Pusat Statistik (2021). Populasi Sapi Potong menurut Provinsi (Ekor), 2019-2021. Badan Pusat Statistik. Badan Pusat Statistik (2021). Statistik Indonesia 2021. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Herminingsih, D. I., & Isro'iyah, L. (2023). Helping the Students to Navigate the Cultures of Others through Literature: The Teaching Practice to the Students of English Study Program in UIN SATU. *ELITE JOURNAL*, 5(1), 33-42.
- Hidayati, Y. A., Santoso, M. D., & Putra, A. D. (2020). Biogas Production from Livestock Manure in Indonesia: Current Status and Future Prospects. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1), 012091. doi: 10.1088/1742-6596/1440/1/012091.
- Manuho, P., Makalare, Z., Mamangkey, T., & Budiarmo, N. S. (2021). Analisis Break Even Point (BEP). *Jurnal Ipteks Akuntansi Bagi Masyarakat*, 5(1), 21-28.
- Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional.
- Prasetya, B., Sari, S. A., Prasetyo, L. B., & Kusuma, A. M. (2020). Assessment of Water Quality and Pollution in Citarum River, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 495, 012096. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/495/1/012096>
- PYC (2022). Global Renewable Energy Production per continent. Purnomo Yusgiantoro Center. <https://datacenter-pyc.org/data/statistics/new-and-renewable-energy/global-renewable-energy-production-per-continent/>
- Ridani, Y. ., & Ardansyah, A. (2022). Analisis Strategi Pengembangan Wisata Air Terjun Curup Jepun Desa Negeri Baru Way Kanan. *Sibatik Journal: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan*, 1(6), 879–886. <https://doi.org/10.54443/sibatik.v1i6.103>
- Sukmana, R. W. & Muljatiningrum, A. (2023). Biogas dari limbah ternak. Nuansa Cendekia.

**TAMAN ENERGI TERPADU DALAM MEWUJUDKAN  
KEMANDIRIAN ENERGI DAN PANGAN DESA**

Rivilyo Mangolat Rizky Sitanggang<sup>1</sup>, Yanif Dwi Kuntjoro<sup>2</sup>, Athalia  
Christina<sup>3</sup>, Annisa Nur Azizah<sup>4</sup>, I Putu Aditya Brama Putra C. N.<sup>5</sup>  
DOI: <https://doi.org/10.54443/sibatik.v2i10.1373>

---



Sumarno, S., Kusuma, I. W., & Handayani, W. (2021). Peran BUMDES dalam Pemberdayaan Sumber Daya Alam Lokal di Pedesaan. *Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 10(1), 43-53.