

# Perencanaan Sistem Pengelolaan Limbah Terpadu Berbasis Biogas Dan Kompos Pada Peternakan Sapi Komunal (Studi Kasus Pada Kelompok Tani Ternak Ledok Makmur Banjeng, Maguwoharjo)

Bagas Dwi Pradana\* Satoto Endar Nayono, Suwartanti, Qonaah Rizqi Fajriani

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

## Kata Kunci:

Peternakan Sapi  
Perencanaan Terpadu  
Produksi Biogas  
Analisis Kelayakan

## Keywords:

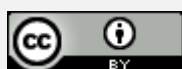
Cattle Farming  
Integrated Planning  
Biogas Production  
Feasibility Analysis

## ABSTRAK

Penumpukan limbah pada peternakan Ledok Makmur Banjeng yang saat ini belum memiliki sistem pengelolaan limbah yang memadai, dan menyebabkan keluhan dari masyarakat sekitar. Tujuan penelitian ini adalah melakukan perencanaan sistem pengelolaan limbah terpadu, meliputi identifikasi karakteristik limbah, merencanakan kebutuhan teknis, melakukan perhitungan unit pengelolaan, menyusun teknis dan rencana anggaran biaya, serta menghitung kelayakan ekonomi. Metode yang digunakan adalah studi kasus dengan pendekatan deskriptif analitik dan kuantitatif, observasi lapangan, wawancara, analisis laboratorium, pengumpulan data primer dan sekunder. Proses perencanaan mencakup pemilihan teknologi pengolahan, perhitungan kapasitas unit pengolahan, hingga proyeksi produksi. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi yang sesuai dengan kondisi peternakan sekaligus memberikan dampak positif terhadap lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) reaktor biogas yang dirancang mampu mengolah limbah organik dari populasi ternak secara efektif menghasilkan biogas menjadi energi alternatif; (2) sistem ini direncanakan mampu memproduksi sekitar 9,24 m<sup>3</sup> biogas/hari, setara dengan 1,42 tabung LPG 3 kg, dapat menghemat biaya energi rumah tangga sebesar Rp 10.266.000,00 per tahun; (3) residu dari proses fermentasi berupa bio-slurry dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik, memberikan nilai tambah ekonomi sebesar Rp 26.980.000,00 per tahun; (4) total potensi ekonomi tambahan per tahun mencapai Rp 37.246.800,00. Analisis kelayakan menunjukkan digester tipe *fixed dome* dan *Covered Lagoon* mencapai *Break Even Point* (BEP) pada tahun ke 2 operasional. Berdasarkan analisis benefit cost ratio (BCR), *fixed dome* memiliki nilai B/C sebesar 4,53 lebih tinggi dari *covered lagoon* dengan nilai 4,52. Dari hasil perhitungan membuktikan bahwa sistem pengelolaan limbah terpadu layak diterapkan karena memberikan manfaat ekonomi serta pengaruh positif terhadap kesehatan lingkungan.

## ABSTRACT

*The accumulation of waste at the Ledok Makmur Banjeng Farm, which currently does not have a capable waste management system, has caused complaints from the surrounding community. The aim of this research is to plan an integrated waste management system, including planning waste characteristics, planning technical requirements, calculating management units, preparing technical and budget plans, and calculating economic feasibility. The method used is a case study with an analytical and quantitative descriptive approach, field observation, interviews, laboratory analysis, primary and secondary data collection. The planning process includes selecting processing technology, calculating processing unit capacity, and production projections. It is hoped that this research will be able to provide solutions that suit livestock conditions while providing a positive impact on the environment. The research results show that: (1) the designed biogas reactor is capable of processing organic waste from livestock populations effectively to produce biogas into alternative energy; (2) this system is planned to be able to produce around 9.24 m<sup>3</sup> of biogas/day, equivalent to 1.42 3 kg LPG cylinders, saving household energy costs of IDR 10.266.000,00 per year; (3) residue from the fermentation process in the form of bio-slurry can be used as organic fertilizer, providing added economic value of IDR 26.980.000,00 per year; (4) the total additional economic potential per year reaches IDR 37.246.800,00. Feasibility analysis shows that the fixed dome and covered lagoon type digesters reached the Break Even Point (BEP) in the second year of operation. Based on benefit cost ratio (BCR) analysis, the fixed dome has a B/C value of 4.53, which is higher than the covered lagoon with a value of 4.52. The calculation results prove that an integrated waste management system is feasible to implement because it provides economic benefits and has a positive influence on environmental health.*



This is an open access article under the CC-BY license.

\*Corresponding author.

E-mail: [bagas120f.2021.2021@student.uny.ac.id](mailto:bagas120f.2021.2021@student.uny.ac.id)

Available online 31 Maret 2026

## 1. Pendahuluan

Sektor peternakan sapi di Indonesia merupakan bagian penting dari sistem ketahanan pangan nasional, sekaligus penyedia lapangan kerja bagi masyarakat pedesaan dan pinggiran kota.

Seiring meningkatnya permintaan daging dan susu, kelompok peternakan rakyat skala kecil hingga menengah mulai bermunculan secara terorganisir, terutama dalam bentuk kelompok tani ternak. Namun, perkembangan ini tidak diimbangi dengan penerapan sistem pengelolaan limbah yang memadai, sehingga menimbulkan risiko pencemaran lingkungan yang serius.

Limbah peternakan terdiri dari feses, urin, air pencucian kandang. Apabila tidak dikelola dengan sistematis, limbah ini dapat mencemari tanah, air permukaan, dan air tanah. Pencemaran ini berdampak langsung pada kesehatan masyarakat dan daya dukung lingkungan, terutama di kawasan yang memiliki kepadatan penduduk tinggi dan terbatasnya lahan terbuka.

Pengelolaan limbah ternak tidak hanya berperan dalam penyelesaian masalah lingkungan, melainkan juga memberikan manfaat ekonomi bagi para peternak. Pembuatan kompos dari limbah tersebut dapat mendukung aktivitas pertanian dengan mengembalikan kesuburan tanah.

Dusun Banjeng, yang berada di wilayah Maguwoharjo, Kapanewon Depok, Kabupaten Sleman, merupakan kawasan *sub-urban* dengan aktivitas peternakan yang cukup tinggi. Di dusun ini, Kelompok Tani Ternak Ledok Makmur Banjeng mengelola ternak sapi dalam skala komunal. Dengan populasi ternak mencapai puluhan ekor dan jumlah limbah yang dihasilkan setiap harinya cukup signifikan. Namun, pengelolaan limbah di kelompok ini masih bersifat konvensional, tanpa sistem teknis yang terintegrasi. Penumpukan limbah sering terjadi, dan setelah dilakukan wawancara secara langsung mendapatkan laporan dari warga sekitar menunjukkan adanya bau menyengat serta kekhawatiran terhadap pencemaran air tanah.

Pada saat ini, belum terdapat sistem pengelolaan limbah yang dirancang secara khusus untuk skala kelompok ternak seperti Kelompok Tani Ternak Ledok Makmur Banjeng. Padahal, perencanaan sistem terpadu yang mencakup biodigester, tempat pengering lumpur, hingga instalasi kompos sangat diperlukan untuk menjawab kebutuhan lingkungan dan mendukung keberlanjutan usaha ternak. Dengan perencanaan yang baik, limbah tidak hanya dapat dikendalikan, tetapi juga dapat

dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif dan produk pertanian organik.

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang ada, sudah seharusnya dilakukan suatu kajian teknis yang komprehensif dan mendalam guna merancang sistem pengelolaan limbah peternakan secara terpadu. Kajian ini sangat diperlukan agar rancangan sistem yang dihasilkan benar-benar sesuai dan relevan dengan kondisi aktual yang dihadapi oleh kelompok ternak, baik dari sisi teknis operasional, kapasitas sumber daya manusia, maupun ketersediaan lahan dan infrastruktur penunjang. Pendekatan teknis ini juga harus mempertimbangkan karakteristik limbah yang dihasilkan, volume produksi limbah harian, serta potensi pemanfaatannya sebagai energi terbarukan dan bahan organik bernilai guna. Dengan perencanaan yang matang dan berbasis pada data langsung di lapangan.

Sistem ini diharapkan mampu mengolah limbah hasil kegiatan peternakan sehingga tidak mengakibatkan dampak buruk pada lingkungan. Selain itu, perencanaan sistem pengelolaan limbah yang digunakan harus dievaluasi secara berkala untuk memastikan bahwa metode dan teknologi yang diterapkan tetap efektif dalam mengurangi risiko pencemaran. Evaluasi ini juga penting untuk menilai apakah perencanaan tersebut dapat mendukung keberlanjutan usaha peternakan, baik dari sisi lingkungan maupun aspek ekonomi. Dengan pengelolaan limbah yang tepat, Kelompok Tani Ternak Ledok Makmur Banjeng diharapkan dapat terus beroperasi secara produktif tanpa mengabaikan tanggung jawab terhadap kesehatan lingkungan dan kesehatan masyarakat di sekitar peternakan.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

Peternakan ini terletak di wilayah Banjeng, Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Waktu penelitian dimulai pada 7 November 2024.

### 2.2. Analisis Data

Tahapan dalam analisis data adalah urutan langkah yang dikerjakan secara sistematis berdasarkan dasar teori yang relevan dengan permasalahan, sehingga menghasilkan analisis yang tepat untuk meraih tujuan penelitian. Pada penelitian ini, tahapan-tahapan tersebut mencakup studi literatur, pengumpulan data, dan pengolahan data. Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep-konsep dasar dan pendekatan teori yang berkaitan dengan perencanaan fondasi *borepile* dan fondasi tiang pancang. Pengumpulan

data meliputi data primer dan data sekunder. Dalam tahap pengolahan data, dilakukan analisis perencanaan sistem pengelolaan limbah terpadu perhitungan yang meliputi analisis kebutuhan sistem, perencanaan sistem pengelolaan limbah, analisis kelayakan teknis sistem.

### 2.3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

#### 2.3.1. Studi literatur

Pengumpulan data dari buku ataupun laporan-laporan terdahulu dengan tema yang sama dengan penelitian ini.

#### 2.3.2 Metode Observasi

Observasi langsung dilakukan di lokasi peternakan kelompok tani ternak Ledok Makmur Banjeng.

#### 2.3.3. Pengumpulan Data

Data didapatkan dari kelompok tani ternak Ledok Makmur Banjeng.

## 3. Kajian Pustaka

### 3.1. Konsep Limbah Peternakan

Persoalan sampah atau limbah memiliki keterkaitan erat dalam konteks pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat, seperti sisa bungkus makanan, kotoran hewan, sisa pakan, dan air limbah dari peternakan, limbah tersebut dapat menjadi sumber pencemaran jika tidak dikelola dengan baik. Sampah domestik dan industri, limbah ternak juga dapat menyebabkan bau tidak sedap, mencemari air tanah dan sungai, serta menjadi sarang bagi berbagai penyakit [2]. Apabila limbah ternak dibuang sembarangan, maka dampaknya mirip dengan sampah lainnya, yaitu menciptakan lingkungan yang kumuh dan tidak sehat. Namun, jika dikelola dengan baik, limbah ternak bisa diubah menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat, seperti pupuk organik atau biogas. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang berkelanjutan dalam menangani baik sampah maupun limbah ternak, agar lingkungan tetap bersih dan kesehatan masyarakat terjaga.

### 3.2. Dampak Lingkungan Limbah Peternakan

Peternakan merupakan salah satu sektor dalam agribisnis yang memiliki peluang besar untuk dikembangkan, mengingat pertumbuhan jumlah penduduk secara langsung akan meningkatkan permintaan terhadap kebutuhan pangan, khususnya pangan yang berasal dari sumber protein hewani. Di Indonesia, salah satu jenis usaha peternakan yang paling banyak dikembangkan saat ini adalah peternakan ayam ras pedaging, karena jenis ternak ini memiliki laju pertumbuhan yang cepat, sehingga hasil panen dan keuntungan dapat diperoleh

dalam waktu relatif singkat. Situasi ini juga dapat menjadi solusi dalam upaya pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat, khususnya yang berasal dari protein hewani. Namun demikian, peternakan sapi dan jenis ternak lainnya juga memiliki peran yang signifikan.

### 3.3. Pengelolaan Limbah Terpadu

Pengelolaan limbah terpadu adalah pendekatan sistematis dalam menangani limbah yang mencakup seluruh tahapan pengelolaan mulai dari pengurangan, pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, hingga pembuangan akhir dengan memperhatikan prinsip efisiensi, keberlanjutan, dan kelestarian lingkungan. Dalam pengelolaan limbah terpadu terdapat beberapa prinsip, salah satunya (*zero waste*) dan konsep integrasi pengelolaan. *Zero waste farming* merupakan konsep pertanian yang dirancang untuk petani guna pengolahan lahan pertanian sekaligus peternakan tanpa limbah. Model pertanian ini berorientasi pada sistem keterpaduan tanaman dan ternak dengan siklus penguraian dan pemanfaatan limbah pertanian menjadi pupuk, pestisida organik atau pakan ternak serta mengurangi penggunaan senyawa kimia dalam mengolah lahan pertanian [6]

### 3.4. Teknologi Pengelolaan Limbah Peternakan

Metode atau sistem yang dirancang untuk menangani atau memanfaatkan limbah hasil aktivitas peternakan baik yang berbentuk padat, cair, maupun gas dengan tujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekitar, hal ini dapat menciptakan sistem peternakan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

### 3.5. Perencanaan Sistem Pengelolaan Limbah Peternakan

Setelah kita membahas teknologi pengelolaan limbah peternakan yang sesuai kebutuhan tentu kita juga harus memperhatikan perencanaan pengelolaan limbah dengan strategi yang matang, seperti (a) Parameter Teknis, (b) Kriteria Desain Pengelolaan Limbah, (c) Analisis Kelayakan.

### 3.6. Hasil Penelitian Terdahulu

#### 3.6.1. Studi Tentang Pengelolaan Limbah Peternakan Indonesia

Peternakan merupakan salah satu mata pencaharian yang masih banyak dipilih oleh masyarakat pedesaan Indonesia, karena sektor ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam penyediaan bahan baku bagi industri, memenuhi kebutuhan pangan, serta mendukung pemenuhan kebutuhan masyarakat setempat.

Namun aktivitas peternakan juga memiliki sisi negatif yang kurang disukai oleh masyarakat, terutama terkait pembuangan limbah yang dilakukan tanpa melalui proses pengelolaan yang memadai, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, pengelolaan limbah menjadi hal yang sangat penting, tidak hanya untuk menjaga kelestarian lingkungan sekitar, tetapi juga untuk memastikan kebersihan di area peternakan, menjaga kesehatan hewan ternak, dan mencegah timbulnya kondisi yang tidak higienis [10].

Keberhasilan dalam pengelolaan limbah peternakan sangat bergantung pada metode dan teknik penanganan yang diterapkan secara tepat dan terintegrasi. Proses penanganan ini mencakup beberapa tahapan penting, mulai dari tahap pengumpulan limbah dari area peternakan, proses pengangkutan menuju lokasi pengolahan atau pembuangan, pemisahan antara limbah padat dan cair maupun jenis lainnya, hingga tahap penyimpanan sementara atau bahkan langsung ke proses pembuangan akhir apabila tidak dimanfaatkan lebih lanjut. Selain itu, keberhasilan pengelolaan limbah juga sangat ditentukan oleh sejauh mana limbah tersebut dapat dimanfaatkan kembali secara produktif, misalnya diolah menjadi pupuk organik yang berguna untuk sektor pertanian, digunakan sebagai bahan baku dalam produksi biogas untuk energi terbarukan, atau bahkan dimanfaatkan sebagai bahan pakan tambahan untuk hewan ternak tertentu. Dengan menerapkan teknik penanganan yang tepat dan pemanfaatan yang optimal, limbah peternakan tidak hanya dapat diminimalisir dampak negatifnya terhadap lingkungan, tetapi juga dapat menjadi sumber daya yang memiliki nilai tambah secara ekonomi dan ekologis [8].

### 3.6.2 Studi Implementasi Biodigester di Tingkat Peternakan Rakyat

Pembangunan subsektor peternakan yang mengandalkan sistem peternakan rakyat sebagai basis utamanya memiliki sejumlah tantangan dan kelemahan struktural yang perlu mendapat perhatian serius. Beberapa di antaranya adalah tingkat pendidikan peternak yang umumnya masih tergolong rendah, sehingga berdampak pada keterbatasan dalam hal penerapan teknologi modern maupun manajemen usaha yang efektif. Selain itu, tingkat pendapatan para peternak juga relatif rendah, yang menyebabkan mereka kesulitan dalam mengakses modal usaha, teknologi, maupun sumber daya penunjang lainnya. Lokasi peternakan rakyat yang tersebar secara tidak merata di berbagai wilayah pedesaan turut menjadi kendala dalam hal pengawasan, pembinaan, dan distribusi sarana produksi. Skala usaha yang dijalankan pun

umumnya bersifat kecil dan bersifat subsisten, sehingga produktivitasnya cenderung rendah dan tidak mampu menghasilkan surplus dalam jumlah besar.

Untuk mendorong kemajuan sektor peternakan ke arah yang lebih positif dan berkelanjutan, diperlukan perhatian terhadap berbagai aspek penting yang saling berkaitan. Salah satunya adalah pengembangan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM), yang mencakup peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan kapasitas peternak dalam mengelola usaha peternakan secara modern dan efisien. Selain itu, aspek sumber daya pangan juga harus diperhatikan, khususnya dalam hal ketersediaan dan keberlanjutan pasokan pakan ternak yang berkualitas. Tak kalah penting, pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya (SDA) secara bijak juga menjadi faktor kunci, agar kegiatan peternakan tidak hanya produktif, tetapi juga ramah lingkungan dan mendukung keseimbangan ekosistem [11].

### 3.6.3. Studi Desain *Sludge Bed* dan *Composting Unit*

Prinsip dasar dalam pengolahan lumpur adalah mengurangi kandungan air serta menurunkan volume lumpur secara keseluruhan. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah melalui proses pengeringan atau dewatering, yang dilakukan dengan menggunakan fasilitas pengolahan khusus yang dikenal dengan istilah *sludge drying bed* (SDB) [11].

Proses pengeringan serta kecepatan laju pengeringan lumpur dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain suhu lingkungan, tingkat kelembaban relatif udara, kadar air yang terkandung dalam lumpur, terbentuknya lapisan kerak di permukaan, kecepatan aliran udara di sekitar bahan yang dikeringkan, serta keberadaan bahan kimia tertentu yang mungkin ditambahkan selama proses berlangsung. Proses pengeringan lumpur pada dasarnya memiliki sejumlah kendala, antara lain keterbatasan lahan atau area yang tersedia untuk dijadikan tempat pengeringan, tantangan dalam pemanfaatan lumpur aktif yang telah melalui proses pengeringan, serta ketergantungan yang tinggi terhadap intensitas sinar matahari sebagai sumber utama dalam proses pengeringan alami [11].

### 3.6.4. Studi Perencanaan Sistem Pengelolaan Limbah Berbasis Komunitas

Secara umum, pengelolaan persampahan sebagaimana dijelaskan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Pasal 1 ayat (1) tentang pengelolaan sampah, diartikan sebagai serangkaian kegiatan yang dilakukan secara sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan. Kegiatan ini mencakup dua aspek

utama, yaitu upaya pengurangan sampah dan penanganan sampah. Pengurangan sampah mencakup langkah-langkah untuk meminimalkan timbulnya sampah sejak dari sumbernya, baik melalui pembatasan, penggunaan kembali, maupun daur ulang. Sementara itu, penanganan sampah meliputi proses pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir sampah agar dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat dapat diminimalkan. Dengan demikian, pengelolaan sampah tidak hanya berfokus pada pembuangan akhir, tetapi juga mencakup seluruh proses sejak sampah dihasilkan hingga penanganan tuntas secara berkelanjutan dan ramah lingkungan [13].

#### 4. Hasil Penelitian

##### 4.1. Kondisi Eksisting Lokasi Kelompok Ternak

###### 4.1.1. Kondisi Geografi Topografi Dusun Banjeng dan Desa Maguwaharjo

Kelurahan Maguwaharjo, di Kecamatan Depok, Sleman, DIY, terletak di utara Yogyakarta dengan luas 15.010.800 m<sup>2</sup>. Wilayah ini memiliki karakteristik dalam wilayah Kelurahan Maguwaharjo, terdapat sebuah geografis khas dan terdiri dari sembilan padukuhan. Di dusun bernama Banjeng. Dusun ini adalah salah satu dusun yang memiliki kegiatan pertanian dan peternakan yang cukup aktif. Salah satu sektor unggulan yang berkembang di Dusun Banjeng adalah kelompok ternak sapi komunal. Kelompok ternak di Dusun Banjeng mengelola peternakan sapi untuk produksi daging secara mandiri, berkembang seiring meningkatnya kesadaran akan potensinya sebagai sumber penghasilan, keberadaan kelompok tani ternak di Dusun Banjeng ini juga berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat setempat, dengan menyediakan lapangan pekerjaan serta mendorong pengembangan usaha berbasis peternakan yang lebih modern dan berkelanjutan.

###### 4.1.2. Kondisi Kependudukan Desa Maguwaharjo

Kondisi Kependudukan Kelurahan Maguwaharjo merupakan salah satu daerah dengan tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi di Kabupaten Sleman. Berdasarkan data terbaru, jumlah kepala keluarga di wilayah ini mencapai 1.576 KK, dengan total penduduk sekitar 25.125 jiwa. Sebagai daerah yang terus berkembang, Maguwaharjo memiliki dinamika sosial, ekonomi, dan pertanian yang pesat. Pertumbuhan penduduk yang signifikan didorong oleh aktivitas ekonomi yang beragam, mulai dari sektor perdagangan, jasa, hingga industri kreatif. Selain itu, sektor pertanian juga masih menjadi salah satu mata pencaharian utama bagi sebagian masyarakat. Dengan perkembangan yang

terus meningkat, Maguwaharjo menjadi salah satu kawasan strategis di Sleman yang menarik perhatian.

###### 4.1.3. Kondisi Klimatologi Dusun Banjeng

Dusun Banjeng memiliki kondisi klimatologi yang dipengaruhi oleh iklim tropis dengan dua musim utama, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Curah hujan di wilayah ini cukup tinggi, terutama pada bulan Oktober hingga April, dengan intensitas hujan sedang hingga lebat. Sementara itu, musim kemarau biasanya terjadi pada bulan Mei hingga September, dengan suhu udara yang relatif lebih tinggi dan kelembaban yang lebih rendah. Suhu rata-rata di Dusun Banjeng berkisar antara 22°C hingga 32°C, tergantung pada musim. Kelembaban udara cenderung tinggi, terutama saat musim hujan, yang dapat mencapai lebih dari 80%.

Angin bertiup dengan kecepatan yang bervariasi, umumnya lebih kencang saat peralihan musim. Dengan kondisi klimatologi seperti ini, sektor pertanian di Dusun Banjeng cukup berkembang, terutama untuk tanaman padi, palawija, dan hortikultura yang bergantung pada pola curah hujan tahunan. Namun, pada musim kemarau, masyarakat perlu mengantisipasi potensi kekeringan yang dapat mempengaruhi produktivitas pertanian.

###### 4.1.4. Karakteristik dan Kualitas Limbah Peternakan

Limbah peternakan merupakan hasil dari kegiatan pemeliharaan hewan ternak, baik dalam bentuk padat, cair, maupun gas. Limbah ini dapat berasal dari feses, urin, air cucian kandang, sisa pakan, dan bangkai hewan. Karakteristik dan kualitas limbah sangat dipengaruhi oleh jenis ternak, sistem pemeliharaan, pakan yang diberikan, serta manajemen kandang. Secara fisik karakteristik limbah peternakan dapat diketahui berdasarkan bentuk, tekstur dan jumlah yang dihasilkan. Secara kimiawi sifat limbah ditentukan oleh komposisi zat kimia yang terkandung dan tingkat keasaman (pH). Secara biologis sifat limbah ditentukan oleh jenis dan populasi mikroflora-fauna yang terkandung di dalamnya, yang biasanya dicerminkan oleh jenis dan populasi yang terdapat di dalam sistem pencernaan hewan ternak yang menghasilkan limbah tersebut. Secara umum, ketiga sifat tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis dan umur ternak, pakan yang diberikan, tipe ternak dan cara pemeliharaannya.

Jenis limbah peternakan terbagi menjadi tiga bagian, yaitu (a) Limbah padat: feses, sisa pakan, jerami, sekam; (b) Limbah cair: urin ternak, air sisa pencucian kandang; (c) Limbah gas: gas metana (CH<sub>4</sub>), amonia(NH<sub>3</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S).

#### 4.1.5. Hasil Uji Parameter Air

Pengujian terhadap kualitas air bersih pada kelompok ternak Ledok Makmur Banjeng dilakukan sebagai bagian dari upaya untuk menilai seberapa efektif sistem pengelolaan limbah peternakan sapi dalam mengurangi potensi pencemaran lingkungan, khususnya pada aspek kualitas air bersih. Sampel air bersih yang diuji diambil langsung dari keran air yang bersumber dari sumur milik peternakan sapi Kelompok Tani Ternak Ledok Makmur Banjeng, berlokasi di Dusun Banjeng, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta. Lokasi ini dipilih karena mewakili praktik pengelolaan limbah secara kolektif oleh kelompok ternak skala menengah.

Analisis laboratorium dilakukan untuk mengukur beberapa parameter utama yang menjadi indikator pencemaran air.

Dengan melakukan pengujian parameter-parameter tersebut, diharapkan dapat diketahui sejauh mana tingkat pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah peternakan, serta bagaimana efektivitas sistem pengelolaan yang ada dalam memperbaiki kualitas air limbah yang dihasilkan. Hasil pengujian kualitas air kandang kelompok Ledok Makmur Banjeng dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Hasil Uji Parameter Biologis Air Bersih

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Kadar Maksimum (**)	Metode Uji
1	Total Coliform	CFU/100 ml	TNTC	0	APHA 2017 section 9222-J
2	Escherichia coli	CFU/100 ml	18	0	APHA 2017 section 9222-J

**Tabel 2.** Hasil Uji Parameter Fisika/Kimia Air Bersih

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Kadar Maksimum (**)	Metode Uji
1	COD*	mg/L	3,4	-	SNI 6989.22-2005
2	BOD*	mg/L	0,7	-	SNI 6989.72-2009
3	Total Dissolved Solid	mg/L	18	<300	IK/BBTKLPP/3-K/Pj-C-39
4	pH*	-	7,0	6,5 – 8,5	SNI 06-6989.11-2019
5	Kekeruhan*	NTU	0,5	<3	SNI 06-6989.25-2005
6	Warna	TCU	6	10	SNI 6989.80.2011
7	Bau	-	tak berbau	Tidak berbau	In House Methode
8	Nitrat (Sebagai NO <sub>3</sub> ) (terlarut)*	mg/L	16,84	20	APHA 2017, Section 4500-NO3B
9	Nitrit (Sebagai NO <sub>2</sub> ) (terlarut)*	mg/L	<0,0314	3	SNI 06-6989.9-2004

Keterangan:

\*) : Parameter Terakreditasi

\*\*) : Standar Baku Mutu kesehatan Lingkungan (Keperluan Higiene Sanitasi) (PerMenKes RI No. 2 tahun 2023)

CFU : Colony Forming Units

TNTC : Too Numerous to Count

Dari hasil pengujian parameter biologi yang dilakukan di BB LABKESMAS Yogyakarta yang berada di Jl. Imogiri Tim. No.Km. 7, RW.5, Grojogan, Wirokerten, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55194, mendapatkan hasil pengujian parameter total *Coliform* sebanyak *too numerous to count* (TNTC) dalam satuan CFU/100 ml atau bisa diartikan tak terhingga, sedangkan parameter E.Coli mendapatkan hasil sebanyak 18 CFU/100 ml. Dari hasil yang di dapat dari kedua parameter diatas dapat disimpulkan bahwa kondisi

air tanah pada kelompok ternak Lebak Makmur Banjeng mengalami pencemaran secara biologis. Contoh uji tidak diawetkan ph dan suhu melebihi batas waktu sehingga tidak dapat dibandingkan dengan dengan baku mutu.

#### 4.2. Perencanaan Sistem Pengelolaan Limbah Biogas

##### 4.2.1. Perencanaan Lokasi Reaktor Biogas

Lokasi penelitian ini berada di kelompok ternak Ledok Makmur Banjeng, yang saat ini menjadi tempat studi kasus direncanakannya biodigester dan sludge drying bed guna mengatasi penumpukan limbah ternak yang memerlukan strategi pengelolaan yang lebih berkelanjutan, dengan adanya perencanaan ini, tentu dibutuhkan lokasi perencanaan yang sesuai dan diharapkan limbah yang selama ini menjadi permasalahan

dapat diolah secara efektif sehingga memberikan manfaat tambahan.

Perencanaan sistem pengelolaan limbah terpadu pada kelompok tani ternak ini adalah mengidentifikasi ketersediaan lahan dan jumlah limbah organik kotoran ternak sapi yang tersedia guna menentukan kapasitas digester yang akan dirancang. Dari hasil yang didapat setelah dilakukan identifikasi lapangan terkait lokasi, ditentukan lahan seluas 35 m<sup>2</sup> untuk dipersiapkan sebagai tempat pembangunan unit digester biogas dan *sludge drying bed* yang dapat menghasilkan metana (CH<sub>4</sub>).

#### 4.2.2. Perbandingan Desain Biogas

Dalam aspek ini, akan dilakukan perbandingan dua jenis biogas yaitu *Fixed Dome* dan *Covered Lagoon*, dalam perbandingan akan dilihat berdasarkan kelebihan, kekurangan, dan efisiensi energi yang dihasilkan. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui jenis biogas yang paling sesuai dan paling efektif untuk diterapkan dalam pengelolaan limbah di kelompok tani ternak Ledok Makmur Banjeng.

#### 4.2.3. Perencanaan Digester Biogas

Perencanaan desain merupakan tahapan penting dalam pembangunan sistem pengolahan limbah organik yang bertujuan untuk menghasilkan energi terbarukan berupa gas metana (CH<sub>4</sub>). Desain sistem ini harus mempertimbangkan berbagai aspek teknis, lingkungan, sosial, dan ekonomi, agar sistem biogas dapat berfungsi secara optimal dan berkelanjutan.

##### a. Pemilihan tipe digester

Pemilihan tipe digester biogas tentunya harus mempertimbangkan kondisi spesifik yang ada di kandang kelompok tani ternak Ledok Makmur Banjeng, seperti ketersediaan lahan, jumlah ternak, karakteristik limbah, serta kemampuan teknis dan ekonomi kelompok dalam mengelola sistem tersebut. Pada perencanaan perencanaan sistem pengelolaan limbah terpadu ini dilakukan 2 perencanaan desain yaitu *Fixed Dome* dan *Covered Lagoon*.

##### b. Menentukan jumlah limbah

Dari hasil wawancara dengan pengelola kandang kelompok Tani Ternak Ledok Makmur Banjeng terdapat jumlah limbah padat satu ekor sapi sebanyak 7 kg/hari, untuk populasi terdapat sekitar 33 ekor sapi berarti 7 kg/hari x 33 populasi = 231 kg/hari.

##### c. Menentukan larutan kotoran

Menentukan larutan kotoran menggunakan rumus jumlah kotoran dan air di kali massa jenis air.

Jumlah kotoran: 231 kg/hari

Jumlah air: 1:1 kotoran = 231 kg

Larutan kotoran = (231 + 231) x 1000 = 0,462 m<sup>3</sup>.

##### d. Perencanaan kapasitas digester

Kapasitas dari digester biogas dihitung berdasarkan jumlah limbah yang dapat dimasukkan dan diolah setiap harinya (volume larutan kotoran) sebesar 0,462 m<sup>3</sup>, serta lamanya waktu limbah berada di dalam reaktor, yang dikenal dengan waktu tinggal *hidrolik Hydraulic Retention Time* (HRT). HRT dalam perencanaan ini ditentukan 30 hari [10]. Berikut hitungannya:

Menghitung kapasitas digester menggunakan cara lama waktu tinggal (HRT) dalam hari x volume larutan kotoran. Maka didapat kapasitas digester:

Kapasitas Digester = 30 hari x 0,462 m<sup>3</sup> = 13,86 m<sup>3</sup>

Hasil yang didapat dalam perhitungan perencanaan kapasitas digester adalah 13,86 m<sup>3</sup>.

##### e. Desain komponen digster

Sistem biogas terdiri dari beberapa komponen utama yang dirancang untuk mendukung proses fermentasi anaerob dan penyaluran gas hasil produksi. Desain setiap bagian harus disesuaikan dengan kapasitas, jenis limbah, serta kondisi lingkungan sekitar. Adapun komponen-komponen utama dalam sistem biogas adalah (a) Inlet saluran masuk limbah, (b) *Reactor*/digester reaktor utama, (c) Outlet pengeluaran lumpur atau *bio-slurry*, (d) Pipa penyalur gas, (e) *Bak Sludge Drying Bed* (SDB)

##### f. Perhitungan dimensi *Digester*

Perencanaan sistem pengelolaan limbah dengan merencanakan komponen unit digester biogas tentu harus menghitung dimensi serta produksi biogas untuk mendapatkan hasil yang relevan. Perhitungan perencanaan sistem pengelolaan limbah terpadu dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

Perencanaan *Fixed Dome*

*Fixed number*: h = 2 m

Volume *fixed dome*:  $V = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$

$13,86 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2$

$13,86 = 1/2 \times 3,14 \times D^2$

$$D = \frac{\sqrt{13,86}}{\sqrt{0,5 \times 3,14}} = 2,97 \text{ m} = 3 \text{ m (dibulatkan)}$$

Perencanaan *Covered Lagoon*:

*Fixed number*: P = 3, L = 2,5

Rumus tinggi = V: (P x L)

Hitungan tinggi = 13,86: (3 m x 2,5 m)

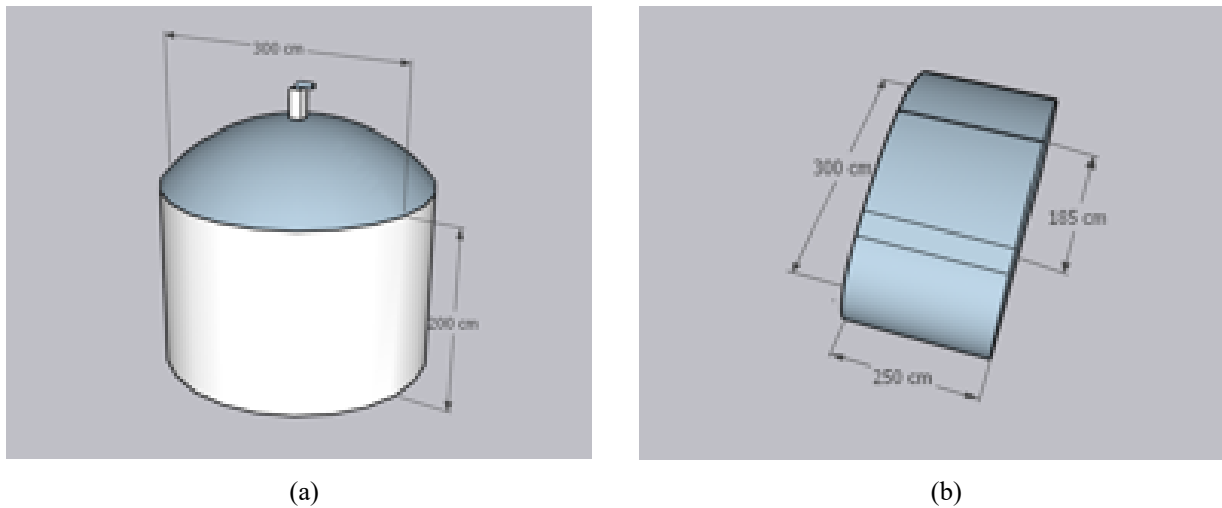
tinggi = 1,85 m

Sketsa hasil Fixed Dome dan Lagoon dapat dilihat pada Gambar 1.

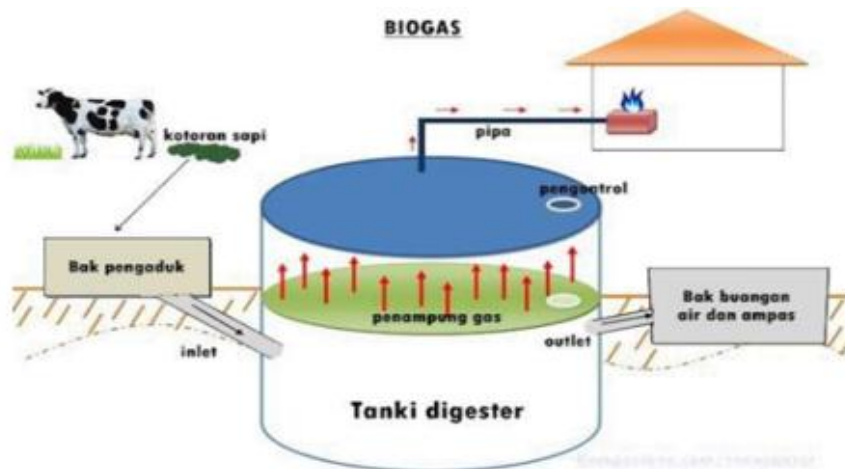
**4.2.4. Pembentukan Biogas dan Slurry**

Reaktor biogas yang akan di bangun bertujuan untuk memberikan solusi dalam pengelolaan limbah organik sekaligus menyediakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Proses pembentukan biogas

dilaksanakan melalui beberapa tahapan, meliputi identifikasi kebutuhan, pemilihan jenis reaktor yang sesuai, pembangunan instalasi, serta pelaksanaan dan evaluasi implementasi di lapangan. Rencana hasil penelitian berupa reaktor biogas yang dirancang untuk mengolah limbah organik yang berasal dari populasi sapi peternakan untuk menghasilkan gas metana, dimana hasil wawancara dengan pengelola kandang kelompok Tani Ternak Ledok Makmur Banjeng terdapat jumlah limbah padat satu ekor sapi sebanyak 7 kg/hari, untuk populasi terdapat sekitar 33 ekor sapi berarti 7 kg/hari x 33 populasi = 231 kg/hari. Dari jumlah limbah tersebut akan dimanfaatkan limbahnya sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini sangat dibutuhkan karena keberadaan reaktor biogas bisa menjadi peran penting yang bisa menggantikan LPG sebagai salah satu bahan pokok rumah tangga, oleh karena itu pemanfaatan limbah ternak secara optimal mampu menjadi pengganti sumber energi konvensional seperti alur Gambar 2.



Gambar 1. (a) Sketsa fixed dome dan (b) sketsa Lagoon



Sumber: (Endriawan dkk., 2024)

Gambar 2. Sketsa urutan pembentukan biogas

Perkiraan jumlah biogas yang dihasilkan berdasarkan jenis bahan baku yang digunakan, kotoran sapi segar mampu menghasilkan biogas sekitar 0,04 m<sup>3</sup> per kilogram [3]. Berikut adalah hasil perhitungan jumlah biogas dan slurry pada perencanaan digester pada kandang kelompok Ledok Makmur Banjeng:

Pembentukan Biogas:

Rumus: 0,04 m<sup>3</sup> x jumlah kotoran sapi [3]

Biogas per jam: 0,04 m<sup>3</sup> x 231 kg/hari: 24 = 0,385 m<sup>3</sup>/jam.

Biogas per hari: 0,385 m<sup>3</sup>/jam x 24 = 9,24 m<sup>3</sup>/hari.

Pembentukan *Slurry*:

Rumus:  $Slurry = 10^3 \times \frac{(\pi \cdot r^2 \cdot h)}{HRT}$

Hitungan:  $= 10^3 \times \frac{3,14 \times 1,49^2 \times 2}{30 \text{ hari}}$   
 $= 462,23 \text{ liter/hari}$

Sedangkan kesetaraan biogas dengan tabung gas LPG juga perlu dihitung guna untuk melihat berapa hasil gas yang dihasilkan, berikut hasil perhitungannya:

Nilai perbandingan 1 m<sup>3</sup> biogas = 0,46 kg LPG [15]

Jumlah biogas = 9,24 m<sup>3</sup>/hari

Kesetaraan biogas dengan LPG = 0,46 x 9,24  
 $= 4,25 \text{ kg/hari}$ .

Hasil perhitungan total didapatkan 4,25 kg/hari.

Jika dikonversi ke dalam 1 tabung gas ukuran 3kg, didapat hasil 4,25: 3 kg = 1,42 tabung gas ukuran 3kg.

### 4.3. Perencanaan Instalasi SDB dan Komposter

#### 4.3.1. Perencanaan Instalasi *Sludge Drying Bed* (SDB)

SDB adalah unit pengolahan lumpur yang digunakan untuk mengeringkan lumpur hasil akhir dari sistem pengolahan limbah cair, seperti limbah dari biodigester. Perencanaan instalasi SDB bertujuan untuk memastikan proses pengeringan berjalan efektif, efisien, dan ramah lingkungan.

Endapan lumpur yang berasal dari proses pengolahan biologis sebelumnya akan dialirkan ke unit SDB untuk tahap pengeringan. Dalam proses ini, bantuan faktor alam seperti sinar matahari dan aliran udara sangat diperlukan guna mempercepat penguapan air dari lumpur secara alami. Setelah mengering, lumpur padat yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik atau digunakan untuk keperluan lain yang bermanfaat.

Proses pengeringan dimulai dengan penempatan lumpur di atas lapisan pasir. Pasir tersebut berfungsi sebagai media filter, dimana air dari lumpur akan meresap ke

bawah, memisahkan fraksi cair dan padat. Cairan hasil penyaringan, yang dikenal sebagai pupuk cair POC/supernatan, kemudian mengalir menuju saluran pipa yang terletak di dasar SDB. Selanjutnya, supernatan ini dapat dikumpulkan dalam bak penampung dan bisa sebagai bahan media tanam [12].

#### 4.3.2. Perhitungan Dimensi SDB

Pengeringan lumpur pada SDB berlangsung melalui proses perkolasi dan evaporasi. Pengurangan air akibat perkolasi berkisar antara 20-55%, tergantung pada kandungan awal padatan dalam lumpur serta karakteristik padatannya. Perencanaan dan penerapan sistem drying bed sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim, termasuk curah hujan dan tingkat evaporasi. Lumpur basah yang akan dikeringkan biasanya ditempatkan di atas *drying bed*.

Perencanaan

Terdapat 1 SD. Volume lumpur: 462,23 liter/hari (hasil perhitungan slurry)

Media pasir halus : tebal 10 cm

Media pasir kasar : tebal 10 cm

Media kerikil 1 cm : tebal 10 cm

Media kerikil 2 cm : tebal 20 cm

Dimensi

Luas permukaan *bed* =  $\frac{\text{Volume lumpur tiap bed}}{\text{Tebal lapisan lumpur}}$  [12]

$= (462,23 \text{ liter/hari}) / (50 \text{ cm}) = 0,92 \text{ m}^2/\text{hari}$

Luas = P x L (P=2L)

$0,92 \text{ m}^2 = 2L^2$

L = 0,68 m

P = 0,68 x 2 = 1,36

Ketinggian total adalah penjumlahan dari kedalaman lumpur (0,5m) dan kedalaman media (0,5m) = 1 m

Dalam hasil hitungan dimensi SDB mendapatkan hasil panjang 1,36 m, lebar 0,68 m dan tinggi 1 m oleh karena untuk mengantisipasi volume yang lebih maka dibuat rencana lebih dengan spesifikasi panjang 3m lebar 2m dan ketinggian tetap 1m.

#### 4.3.3. Perencanaan Komposter

Pengelolaan sampah adalah suatu proses yang dilakukan secara terstruktur, menyeluruh, dan berkelanjutan, yang mencakup upaya untuk mengurangi timbulan sampah serta menangani sampah yang dihasilkan secara efektif. Pengelolaan sampah mencakup pemanfaatan berbagai sarana dan prasarana, mulai dari penempatan sampah pada

tempat yang telah disediakan, proses pengumpulan, pemindahan, dan pengangkutan, hingga pengolahan sampah yang berlanjut pada tahap pembuangan akhir

Langkah awal yang dilakukan adalah memisahkan sampah organik dan anorganik, yakni dengan menyediakan tempat sampah terpisah yang dikhususkan untuk masing-masing jenis sampah tersebut [9]. Pengomposan adalah proses biokimia dimana bahan organik diuraikan dengan bantuan mikroorganisme mesofilik dan termofilik. Proses pengomposan dapat dilakukan melalui dua metode, yaitu secara aerobik dan anaerobik. Pada umumnya, pengomposan dengan metode aerobik memerlukan waktu sekitar 40 hingga 50 hari, sedangkan metode anaerobik membutuhkan waktu antara 10 hingga 80 hari, tergantung pada jenis mikroorganisme atau inokulan yang digunakan dalam proses dekomposisinya [5].

Dalam proses pengomposan yang terjadi di dalam komposter, sampah organik mengalami dekomposisi secara biologis oleh mikroorganisme. Mikroorganisme ini menggunakan kandungan bahan organik dalam sampah sebagai sumber energi untuk kehidupannya.

#### 4.4. Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya

##### 4.4.1. RAB Digester Biogas dan SDB

Rancangan Anggaran Biaya (RAB) berikut ini disusun sebagai referensi awal untuk pembangunan sistem digester biogas, yang meliputi dua jenis teknologi digester tipe *Fixed Dome* dan digester tipe *Covered Lagoon*. Keduanya merupakan sistem pengolahan limbah organik yang menghasilkan energi terbarukan dalam bentuk gas metana (biogas), dengan karakteristik teknis dan biaya implementasi yang berbeda. Penyusunan RAB ini dirancang untuk skala rumah tangga hingga peternakan kecil dan menengah, sehingga dapat dijadikan acuan oleh kelompok ternak. Rancangan Anggaran Biaya dari kedua desain dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Pada tahun pertama dilakukan analisis perkiraan rekap biaya digester biogas sistem biogas tipe *Fixed Dome* dan *Covered Lagoon*, seluruh biaya yang dikeluarkan umumnya masih bersifat biaya investasi awal (*Capital Cost*) yang mencakup pembangunan dan pengadaan seluruh komponen utama sistem digester. Biaya ini terbagi dalam beberapa kategori utama seperti pada Tabel 5.

**Tabel 3.** RAB *Fixed Dome*

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah
1	Pekerjaan persiapan	Rp 215,775.00
2	Pekerjaan tanah	Rp 2,749,723.00
3	Pekerjaan struktur kubah	Rp 3,923,281.00
4	Pekerjaan saluran pipa dan sistem pengumpulan gas	Rp 3,521,760.00
5	Pekerjaan bak inlet	Rp 350,703.00
6	Pekerjaan bak outlet	Rp 1,068,121.00
7	Pekerjaan bak sdb	Rp 3,632,754.00
8	Pekerjaan pondasi penutup sdb	Rp 916,536.00
9	Pekerjaan kolom	Rp 891,000.00
10	Pekerjaan rangka atap	Rp 12,619,894.00
Total Biaya Keseluruhan		Rp 59,779,092.00

**Tabel 4.** RAB *Covered Lagoon*

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah
1	Pekerjaan persiapan	Rp 215,775.00
2	Pekerjaan tanah	Rp 2,151,722.00
3	Pekerjaan pembangunan digester lagoon	Rp 5,527,214.00
4	Pekerjaan saluran pipa dan sistem pengumpulan gas	Rp 4,465,407.00
5	Pekerjaan bak inlet	Rp 350,703.00
6	Pekerjaan bak sdb	Rp 3,632,754.00
7	Pekerjaan pondasi penutup sdb	Rp 916,536.00
8	Pekerjaan kolom	Rp 891,000.00
9	Pekerjaan rangka atap	Rp 12,619,894.00
Total Biaya Keseluruhan		Rp 61,541,997.00

**Tabel 4.** Rekap Biaya Digester Biogas Tahun Pertama

Desain Biogas	Fixed Dome		Covered Lagoon	
<b>Biaya Modal</b>				
Biaya Modal Awal RAB	Rp	59,779,092.00	Rp	61,541,997.00
Biaya Tambahan	Rp	1,818,000.00	Rp	1,818,000.00
Total	Rp	61,597,092.00	Rp	63,359,997.00
<b>Biaya Perawatan</b>				
% Perawatan Dalam Satu Tahun		1%		1%
Total	Rp	597,790.92	Rp	615,420.00
<b>Biaya Operasional</b>				
Total	Rp	5,831,400.00	Rp	5,831,400.00
Total Keseluruhan Biaya	Rp	68,026,283.00	Rp	69,806,817.00

#### 4.4.2. Potensi Nilai Ekonomi Tambahan Dalam Satu Tahun

Berdasarkan hasil analisis, sistem pengelolaan limbah yang dirancang berpotensi memberikan nilai tambah secara ekonomi dalam jangka waktu satu tahun. Dapat dilihat dari perhitungan dibawah:

- a. Nilai Perhitungan Harga Biogas Rencana Dalam Bentuk LPG Selama 1 Tahun

Ketersediaan energi alternatif dari limbah peternakan, seperti biogas, dinilai sedikit meragukan di beberapa kalangan masyarakat, tetapi dari hasil yang didapat sangat cukup untuk memenuhi kebutuhan energi bahan bakar di tingkat rumah tangga. Dalam konteks ini, pemanfaatan limbah sebagai sumber energi tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan dasar rumah tangga seperti memasak namun juga berkontribusi dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, seperti LPG. Dengan demikian, energi yang dihasilkan dari proses pengolahan limbah ternak menjadi solusi yang efisien dan ramah lingkungan bagi kebutuhan rumah tangga sehari-hari, berikut hasil perhitungannya:

Harga 1 tabung gas LPG ukuran 3 kg adalah Rp 20.000,00. Jika biogas yang direncanakan sebesar 9,24 m<sup>3</sup>/hari dan dikonversi dalam bentuk LPG mendapatkan nilai kesetaraan sebesar 4,25 kg/hari atau sama dengan 1,42 LPG ukuran 3 kg, jika diuangkan terdapat nilai sebesar Rp 20.000,00 x 1,42 = Rp 28.000,00 maka diakumulasikan dalam 1 tahun mendapatkan hasil: Rp 28.000,00 x 365 hari = Rp 10.366,000,00.

- b. Nilai Perhitungan Harga Slurry Rencana dalam 1 Tahun

Di samping perannya sebagai energi alternatif pengganti LPG, proses pembuatan biogas turut menghasilkan residu berupa sludge atau yang dikenal sebagai bio-slurry, yaitu material organik sisa fermentasi yang masih memiliki nilai guna, terutama dalam bidang pertanian sebagai pupuk alami yang kaya nutrisi. Berikut perhitungan pemanfaatan kotoran sapi menjadi bio slurry:

Rumus: Jumlah kotoran sapi x 40 % [39]

Jumlah kotoran sapi: 231 kg/hari

Jumlah kotoran sapi x 40% = 231 x 40 % = 92,4 kg/hari

Harga 1 kg slurry = Rp800,00

Maka, nilai penghasilan bio slurry:

= 92,4 kg/hari x Rp 800,00

= Rp 73.920,00/hari

= Rp 26.980.000,00/tahun

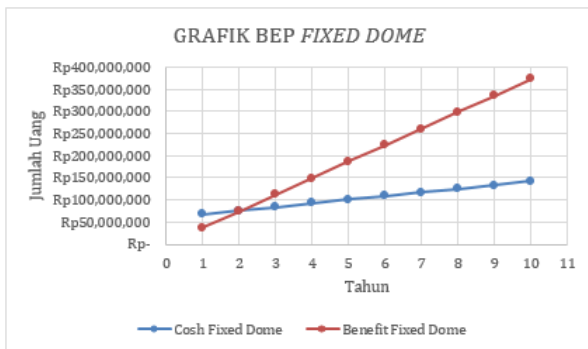
Maka keuntungan biogas dalam satu tahun adalah Rp. 10,366,000,- dan keuntungan bio-slurry dalam satu tahun adalah 26,980,800,-. Jika dijumlahkan, keuntungan total ekonomi tambahan per tahun adalah 37,346,800,-

#### 4.5. Analisis Kelayakan

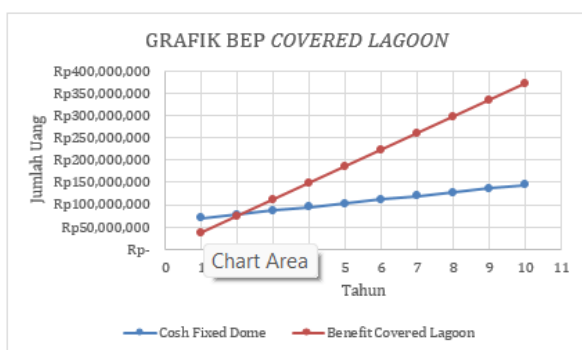
##### 4.5.1. Perhitungan BEP (*Break Even Point*)

BEP atau titik impas merupakan salah satu metode analisis kelayakan finansial yang digunakan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan agar investasi proyek dapat menutup seluruh biaya yang telah dikeluarkan atau pada tahun keberapa bisa kembali modal [1]. Dalam konteks perencanaan sistem pengelolaan limbah terpadu, BEP juga digunakan sebagai metode perhitungan untuk mengetahui kapan pendapatan atau manfaat ekonomi yang

diperoleh dan hasil sampingannya setara dengan total biaya investasi dan operasional yang dikeluarkan, hasil dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Grafik BEP Fixed Dome



Gambar 4. Grafik BEP Covered Lagoon

Dapat dilihat dari grafik BEP (*Break Even Point*) kedua desain *Fixed Dome* dan *Covered Lagoon* dalam perhitungan selama 10 tahun yang diperoleh dari analisis biaya dan manfaat ekonomi perencanaan sistem pengelolaan limbah terpadu diatas. Ditemukan bahwa titik impas pendapatan atau manfaat ekonomi yang diperoleh, termasuk hasil sampingan, sama dengan seluruh biaya investasi dan biaya operasional yang telah dikeluarkan. Berdasarkan tingkat pemanfaatan tertentu dimana usaha mulai mencapai keseimbangan antara pengeluaran dan pemasukan tanpa mengalami kerugian maupun keuntungan, didapatkan bahwa BEP dari desain *Fixed Dome* tercapai pada tahun ke 2 dan untuk *Covered Lagoon* juga di tahun ke 2.

#### 4.5.2. Perhitungan BCR (*Benefit Cost Rasio*)

Analisis kelayakan finansial merupakan tahapan penting dalam mengevaluasi apakah suatu proyek investasi mendapatkan keuntungan [1]. Dalam perhitungan perencanaan sistem pengelolaan limbah terpadu pada kandang kelompok ternak Lebak Makmur Banjeng mendapatkan hasil yang dapat diperkirakan apakah layak untuk dijalankan secara ekonomi. Salah satu metode yang digunakan dalam analisis ini adalah *pendekatan Benefit*

*Cost Ratio* atau rasio manfaat terhadap biaya. Berikut adalah hasil perhitungannya dari tahun pertama hingga tahun ke 3 (sepuluh):

Berdasarkan hasil analisis perhitungan selama 3 tahun, kedua desain merupakan sistem yang secara ekonomi layak digunakan, tetapi nilai *Fixed Dome* mendapat nilai B/C sebesar 4,53 menunjukkan manfaat yang melebihi total biaya tahunan. Sementara itu, *Covered Lagoon* memiliki nilai B/C 4,52. Secara finansial rasio perbandingan kedua desain memiliki hasil yang tipis tetapi *Fixed Dome* memiliki keuntungan yang lebih baik dengan nilai B/C 4,53.

## 5. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat dari kandang kelompok ternak Lebak Makmur Banjeng, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan hasil penelitian terhadap limbah yang dihasilkan oleh Kelompok Tani Ternak Ledok Makmur Banjeng, dapat disimpulkan bahwa limbah utama yang dihasilkan berasal dari aktivitas peternakan sapi, khususnya berupa feses (kotoran sapi), urin, dan sisa pakan ternak, estimasi limbah padat (feses) bisa mencapai 231 kg/hari

Desain teknis unit-unit pengolahan limbah seperti biodigester dan *sludge drying bed* pada skala kelompok ternak Kelompok Tani Ternak Ledok Makmur Banjeng perlu disesuaikan dengan volume limbah yang dihasilkan, jumlah ternak, luas lahan yang tersedia, dan kapasitas operasional kelompok. Disimpulkan bahwa dalam penelitian ini dilakukan perencanaan 2 desain digester biogas, yaitu *Fixed Dome* dan *Covered Lagoon* dengan ukuran diameter digester *Fixed dome* 3 m, tinggi 2 m dan *Covered Lagoon* panjang 3m, lebar 2,5, dan tinggi 1,85 m yang keduanya dapat menampung volume sebanyak 13,86 m<sup>3</sup>. Total jumlah feses sapi harian sebesar 231 kg/hari, sedangkan *Sludge Drying Bed unit* ini dirancang untuk mengeringkan bio-slurry dengan ukuran panjang 3 m, lebar 2 m, tinggi 1 m yang menampung hasil dari biodigester.

Dalam penelitian ini mendapatkan hasil perhitungan perencanaan unit digester biogas dan *sludge drying bed* tipe *Fixed Dome* tahun pertama sebesar Rp.68.026,283 juta dan *Covered Lagoon* sebesar Rp.69.806,817 juta, hitungan tersebut sudah termasuk rancangan anggaran biaya modal, perawatan, operasional.

Hasil analisis kelayakan kedua desain, yaitu *Fixed Dome* dan *Covered Lagoon* dapat disimpulkan dari hasil perhitungan *Break Even Point* (BEP) bahwa pada tahun

ke-2 sudah mencapai titik impas dimana pendapatan atau manfaat ekonomi yang diperoleh dan hasil sampingannya setara dengan total biaya investasi dan operasional yang dikeluarkan. Juga dari hasil perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR) didapat hasil Fixed Dome digester dengan nilai B/C sebesar 4,53 menunjukkan manfaat yang melebihi total biaya tahunan. Sementara itu, Covered Lagoon memiliki nilai B/C sebesar 4,52. Secara finansial rasio perbandingan kedua desain memiliki hasil yang tipis tetapi *Fixed Dome* memiliki keuntungan yang lebih layak diterapkan dengan nilai B/C 4,53.

### Daftar Rujukan

- [1] Danubroto, R. W., Malkhamah, S., & Fahmi, R. (2024). Kelayakan Investasi dan Skenario Pengembangan Strategis Jalan Tol Yogyakarta-Bawen Machine Translated by Google. *Inersia*, 20(01), 20–29.
- [2] Endaryanta, & Wibowo, D. E. (2016). Pemanfaatan dan Modifikasi Limbah Plastik untuk Perbaikan Sifat Teknik (Kuat Geser) Tanah Lempung. *Inersia*, 7(2).
- [3] Endriawan, E., Alfin, C., & Haryuni, N. (2024). Study of Biogas Reactor Construction to Reduce the Negative Impact of Waste in Animal Markets. *Bestindo of Animal Science*, 1(3), 171–178.
- [4] Gemardi, A. (2018). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik Dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tahu Di Kota Probolinggo Arif. In *Institute of Technology Sepuluh Nopember Surabaya*.
- [5] Kaswinarni, F., & Nugraha, A. A. S. (2020). Kadar Fosfor, Kalium dan Sifat Fisik Pupuk Kompos Sampah Organik Pasar dengan Penambahan Starter EM4, Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam. *Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 12(1).
- [6] Kewa, F. A., & Mahardika, C. B. D. P, Masria. (2024). Penerapan Konsep Zero Waste Farming Dalam Sistem Pola Integrasi Tanaman Pangan Dan Ternak Kambing:(Studi kasus di Desa Katakaja Kecamatan Atadei Kabupaten Lembada. *Penyuluhan & Komunikasi Pembangunan Pertanian*, 1(1).
- [7] Nurlina, Lilis, & Maryati, M. (2011). Perilaku Peternak Sapi Perah Dalam Memanfaatkan Teknologi Gas Bio ( The Behavior of Dairy Farmer to Utilize Biogas Technology ). *Jurnal Ilmu Ternak*, 11(1).
- [8] Rare, S. (2023). Upaya Pengelolaan Limbah Ternak Kerbau Di Pasar Hewan Bolu, Toraja Utara. *Universitas Hasanuddin Makassar*.
- [9] Sinaga, R., Christy, J., & Haloho, R. D. (2021). Rancang Bangun Komposter Aerob Dan Anaerob Untuk Mengurangi Sampah Organik Rumah Tangga. *Jurnal Agrotekno Sains*, 5(2).
- [10] Syaharani, A. D., Perdananda, L., Safitri, S., & Sahrupi. (2024). Perancangan Sistem Pengelolaan Limbah Ternak di Cimuncang, Kota Serang. *Metode: Jurnal Teknik Industri*, 10(1).
- [11] Ummah, M. F. (2018). Pengeringan Lumpur Ipal Biologis Pada Unit *Sludge Drying Bed* (SDB). *Institut Teknologi Sepuluh November*.
- [12] Wijaya, M. K. (2024). Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (Iplt) Di Kapanewon Ngemplak, Kabupaten Sleman. *Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*.
- [13] Zulfikar, Syafrudin, Handayani, D. S. (2015). Perencanaan Sistem Pengolahan Sampah Terpadu Berbasis Masyarakat. *Teknik Lingkungan*, 4(3).