

STUDI PEMANFAATAN KOTORAN TERNAK UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOGAS DI BALI

Michael Candra Santoso¹, I. A. D. Giriantari², W. G. Ariastina³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email : michael.candra0806@gmail.com¹, dayu.giriantari@unud.ac.id², w.ariastina@gmail.com³

Abstrak

Dalam jurnal ini, dilakukan analisa mengenai pemanfaatan kotoran hewan ternak untuk digunakan sebagai bahan baku pembangkit listrik tenaga biogas di Provinsi Bali. Tujuan dari analisa ini adalah untuk mengetahui berapa potensi energi listrik yang bisa diperoleh dari kotoran hewan ternak untuk dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga biogas di Provinsi Bali. Digunakan 8 jenis hewan ternak sebagai bahan analisa meliputi sapi, kerbau, kambing, kuda, domba, babi, ayam, dan itik. Data populasi hewan ternak di Provinsi Bali dari tahun 2013 hingga tahun 2017 yang tercantum dalam buku Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (Kementerian Pertanian), digunakan sebagai tahun dasar analisa untuk mendapatkan nilai rata-rata tingkat populasi setiap jenis hewan ternak. Analisa total potensi energi listrik dilakukan dengan menghitung total massa kotoran per hari, persentase kandungan bahan kering dari setiap jenis kotoran ternak serta biogas yang mampu dihasilkan dari setiap jenis hewan ternak sesuai dengan standar dari Departemen Pertanian. Total potensi energi listrik dapat diperoleh dari total jumlah biogas yang dihasilkan, dimana 1 m³ biogas dapat dikonversikan menjadi energi listrik sebesar 4,7 kWh. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, diperoleh total biogas yang dapat dihasilkan adalah sebesar 246.130,81 m³ biogas, atau jika dikonversikan menjadi energi listrik setara dengan 1.156.814,81 kWh/hari atau sekitar 1,16 GWh/hari dari rata-rata total populasi hewan ternak di Provinsi Bali yaitu sebanyak 19.183.779 ekor ternak.

Kata kunci : Pembangkit Listrik, Biogas, Kotoran Ternak, Energi Listrik

Abstract

In this journal, an analysis is carried out on the use of livestock manure for use as a biogas power plant in Bali Province. The purpose of this analysis is to find out how much potential electrical energy can be obtained from livestock manure to be developed into a biogas power plant in Bali Province. 8 types of livestock are used as analysis material including cattle, buffalo, goats, horses, sheep, pigs, chickens, and ducks. Livestock population data in Bali Province from 2013 to 2017 listed in the Livestock and Animal Health Statistics book obtained from the Directorate General of Animal Husbandry and Health (Ministry of Agriculture), is used as the base year of analysis to obtain the average value of the population level of each types of farm animals. The analysis of the total potential of electrical energy is done by calculating the total mass of manure per day, the percentage of dry matter content of each type of manure as well as the biogas that can be produced from each type of livestock according to the standards of the Ministry of Agriculture. The total potential of electrical energy can be obtained from the total amount of biogas produced, where 1 m³ of biogas can be converted into electrical energy of 4,7 kWh. Based on the results of the analysis conducted, the total biogas that can be produced is 246.130,81 m³ of biogas, or if it is converted into electrical energy equivalent to 1.156.814,81 kWh/day or around 1,16 GWh/day from the average total population livestock in Bali Province are 19.183.779 livestock.

Keywords: Power Plants, Biogas, Animal Waste, Electrical Energy

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring meningkatnya jumlah penduduk. Proyeksi rata – rata pertumbuhan kebutuhan tenaga

listrik di Indonesia sebesar 6,42%. Di sisi lain, ketersediaan cadangan batubara di Indonesia semakin menurun dari tahun 2014 hingga tahun 2017. Cadangan batubara Indonesia pada tahun 2014

adalah sekitar 32.385 juta ton, sedangkan pada tahun 2017 adalah sekitar 24.240 juta ton. Indonesia menargetkan porsi energi baru dan terbarukan (EBT) sekitar 23% pada tahun 2025 [1]. Saat ini, pemanfaatan EBT relatif kecil (sekitar 2%) [2]. Salah satu jenis energi terbarukan yang dapat dikembangkan adalah biogas.

Pemerintah Provinsi Bali ikut serta dalam mendukung pemanfaatan energi baru terbarukan dengan menetapkan target setiap jenis energi baru terbarukan. Target tersebut tercantum dalam *draft* Rencana Umum Energi Daerah (RUED) Provinsi Bali Tahun 2018. Salah satu jenis energi baru dan terbarukan (EBT) yang ditargetkan yaitu biogas. Biogas merupakan salah satu jenis bioenergi. Data potensi EBT menunjukkan bahwa potensi bioenergi di Bali adalah sekitar 191,6 MW. Pemerintah Provinsi Bali menargetkan penyediaan kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) dengan target kapasitas minimal sebesar 2 MW pada tahun 2025 dan 50 MW pada tahun 2050 [3].

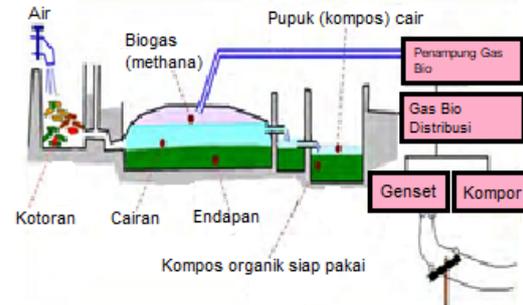
Dalam jurnal ini, kami melakukan analisa mengenai pemanfaatan kotoran hewan ternak untuk digunakan sebagai bahan baku pembangkit listrik tenaga biogas di Provinsi Bali. Tujuan dari analisa ini adalah untuk mengetahui berapa potensi energi listrik yang bisa diperoleh dari kotoran hewan ternak untuk dikembangkan menjadi pembangkit listrik tenaga biogas di Provinsi Bali. Kami menggunakan 8 jenis hewan ternak untuk digunakan sebagai bahan analisa meliputi sapi, kerbau, kambing, kuda, domba, babi, ayam, dan itik. Data yang digunakan sebagai bahan analisa adalah data populasi hewan ternak di Provinsi Bali dari tahun 2013 hingga tahun 2017 yang tercantum dalam buku Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (Kementerian Pertanian).

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Biogas

Gas yang dihasilkan mikroba akibat adanya fermentasi dari bahan organik, dalam keadaan anaerobik, baik dari sisi temperatur, sisi kelembaban, serta sisi keasaman disebut sebagai biogas. Bahan organik nantinya dimasukkan ke digester (ruang tertutup kedap udara) sehingga akan terjadi proses pembusukkan bahan organik yang menghasilkan *output* berupa

gas (biogas). Biogas yang terkumpul dalam digester disalurkan ke tabung penyimpanan gas atau langsung disalurkan ke lokasi pembuangan melalui suatu pipa penyalur gas. Contoh skema pemanfaatan biogas dari kotoran sapi dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pemanfaatan Biogas dari Kotoran Sapi [4]

Berdasarkan metode pengisian bahan baku, sistem produksi biogas dibedakan menjadi 2 yaitu pengisian curah dan pengisian kontinyu. Sistem Pengisian Curah (SPC) adalah cara penggantian bahan yang dilakukan ketika produksi biogas telah berhenti, dengan mengeluarkan sisa bahan dari suatu tangki pengolahan, lalu dilanjutkan dengan mengisikan bahan baku yang baru. Sedangkan pada Sistem Pengisian Kontinyu (SPK), bahan baku dimasukkan ke tangki pengolahan, dimana hal tersebut dilakukan secara berkelanjutan setiap harinya, selama kurang lebih empat minggu terhitung dari waktu awal pengisian, namun bahan yang sudah diolah tidak perlu dikeluarkan kembali.

Faktor-faktor utama yang memiliki pengaruh besar terhadap potensi biogas dari kotoran ternak yaitu jumlah kotoran ternak yang dihasilkan per hari, persentase kandungan bahan kering dari setiap jenis kotoran ternak, serta jumlah biogas yang dihasilkan dari setiap jenis kotoran ternak. Setiap jenis ternak menghasilkan jumlah biogas yang berbeda sehingga potensi dari setiap jenis kotoran ternak juga berbeda.

Kandungan terbesar yang terdapat pada biogas yaitu gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Konsentrasi metana (CH_4) menentukan besarnya kandungan energi dalam biogas. Kandungan energi (nilai kalor) akan semakin besar bilamana kandungan metananya (CH_4) juga tinggi. Karbon dioksida (CO_2), hidrogen sulphur, dan kandungan air harus dihilangkan

bilamana ingin meningkatkan kualitas dari biogas yang dihasilkan.

2.2 Populasi Ternak Provinsi Bali

Populasi hewan ternak di Bali memiliki jumlah yang cukup banyak. Berdasarkan data Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (Kementerian Pertanian), diperoleh data populasi ternak dari tahun 2013 hingga tahun 2017 di Provinsi Bali seperti pada tabel 1.

Berdasarkan data Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan tahun 2013 sampai tahun 2017 yang terdapat pada tabel 1, jumlah ternak tertinggi di Provinsi Bali berada di tahun 2016 dengan jumlah ternak sekitar 20,6 juta ekor. Berdasarkan tabel 1 juga dapat dilihat bahwa populasi ternak tertinggi di Provinsi Bali adalah jenis ternak ayam dengan rata-rata populasi sekitar 17,1 juta ekor, sedangkan populasi ternak terendah adalah jenis ternak domba dengan rata-rata populasi sekitar 8 ekor.

Tabel 1. Populasi Ternak di Provinsi Bali Tahun 2013 – 2017. [5][6]

Jenis Ternak	Tahun				
	2013	2014	2015	2016	2017
Sapi	478.288	553.679	543.642	546.370	507.796
Kerbau	1.980	1.566	1.670	1.865	1.598
Kuda	208	203	252	256	226
Kambing	68.127	68.457	65.045	62.652	49.118
Domba	38	0	0	0	0
Babi	840.409	817.479	794.936	803.517	682.386
Ayam	15.652.344	16.630.125	18.393.929	18.517.355	16.505.743
Itik	692.346	669.110	714.830	673.834	580.518
Jumlah	17.730.740	18.740.619	20.514.304	20.605.849	18.327.383

2.3 Konversi Biogas menjadi Energi Listrik

Biogas memiliki potensi yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembangkitan listrik. Biogas dapat dikonversikan menjadi energi listrik dengan mengetahui jumlah produksi kotoran dari setiap jenis hewan ternak per harinya. Jumlah produksi kotoran hewan ternak per hari dapat dihitung dengan mengacu pada persamaan (1).

$$\text{Produksi kotoran} = n \times \text{Jumlah kotoran per hari..(1)}$$

Keterangan:

n = jumlah ternak (ekor)

Setelah memperoleh jumlah produksi kotoran hewan ternak, langkah selanjutnya adalah menghitung total kandungan bahan kering dari setiap jenis hewan ternak. Total kandungan bahan kering dapat dihitung dengan mengacu pada persamaan (2).

$$\text{Total KBK} = \text{Produksi kotoran} \times \text{KBK ternak..(2)}$$

Keterangan:

KBK = Kandungan Bahan Kering (kg.BK)

Setelah mendapatkan total kandungan bahan kering setiap jenis

hewan ternak, maka potensi biogas dapat dihitung dengan mengacu pada persamaan (3).

$$\text{Potensi Bg} = \text{Total KBK} \times \text{Bg ternak.....(3)}$$

Keterangan:

Potensi Bg = Potensi Biogas (m³)

Bg ternak = Biogas yang dihasilkan ternak (m³/kg.BK)

KBK = Kandungan Bahan Kering (kg.BK)

Langkah terakhir adalah mengkonversi potensi biogas menjadi energi listrik. Konversi biogas serta penggunaan lainnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Konversi Biogas dan Penggunaannya. [7][8].

Penggunaan	1 m³ Biogas
Penerangan	Lampu 60 – 100 W selama 6 jam
Memasak	Memasak 3 jenis makan untuk 5 – 6 orang
Tenaga	Menjalankan motor 1 hp selama 2 jam
Listrik	4,7 kWh energi listrik

Berdasarkan tabel 2, potensi energi listrik yang dihasilkan dari biogas yang berasal dari kotoran hewan ternak dapat dihitung dengan mengacu pada persamaan (4).

$$E = \text{Potensi Bg} \times 4,7 \text{ kWh} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

Potensi Bg = Potensi Biogas (m³)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Dinas Tenaga Kerja dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Bali yang dimulai dari bulan Februari tahun 2019 sampai dengan bulan Mei tahun 2019. Penelitian ini merupakan jenis penelitian studi pustaka atau studi literatur (*library research*), yaitu penelitian yang menggunakan bahan yang bukan berasal dari sumber pertama sebagai sarana untuk memperoleh data atau informasi untuk menjawab masalah yang diteliti. Teknik analisa data yang digunakan adalah teknik deskriptif kualitatif. Skematik dari metode penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Skematik metode penelitian

Tahap awal penelitian ini adalah melakukan review terhadap permasalahan energi di Provinsi Bali. Tahap selanjutnya yaitu mengumpulkan data – data yang mendukung proses analisa potensi biogas dari kotoran ternak di Provinsi Bali, seperti jumlah hewan ternak, jumlah kotoran hewan ternak per hari, kandungan bahan kering setiap jenis kotoran hewan ternak,

serta jumlah biogas yang dihasilkan setiap jenis hewan ternak. Tahap terakhir adalah menghitung dan menganalisa potensi biogas di Provinsi Bali yang dapat dijadikan pembangkit listrik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

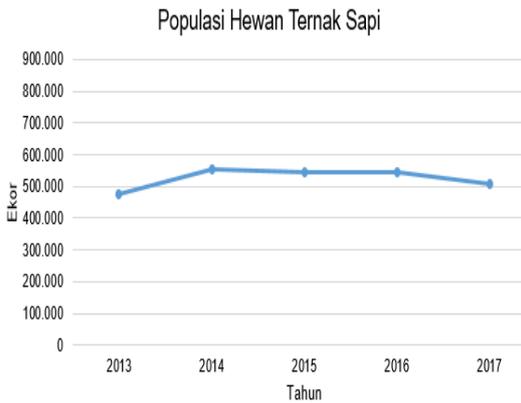
Massa kotoran, kandungan bahan kering dan biogas yang dihasilkan dari hewan ternak berbeda-beda, sehingga setiap jenis kotoran hewan ternak memiliki potensi yang berbeda-beda juga. Massa kotoran, kandungan bahan kering dan biogas yang dihasilkan berdasarkan jenis hewan ternak dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Massa Kotoran, Kandungan Bahan Kering, dan Produksi Biogas. [9]

Jenis Hewan Ternak	Massa Kotoran (Kg/hari)	Kandungan Bahan Kering (%)	Produksi Biogas (m ³ /kg.BK)
Sapi/ Kerbau/ Kuda	25–30	20	0,023-0,040
Kambing/ Domba	1,13	26	0,040-0,059
Ayam	0,18	28	0,065-0,116
Itik	0,34	38	0,065-0,116
Babi	7	9	0,040-0,059
Manusia	0,25-0,40	23	0,020-0,028

Berdasarkan tabel 3, dapat dilihat bahwa produksi massa kotoran paling banyak terdapat pada hewan sapi, kerbau dan kuda dimana produksi massa kotorannya mencapai 30 kg/hari.

Salah satu hewan ternak yang kotorannya memiliki potensi cukup besar untuk dijadikan sebagai bahan baku PLTBg adalah hewan sapi. Kurva dari populasi hewan ternak sapi di Provinsi Bali dari tahun 2013 sampai tahun 2017 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Kurva Populasi Hewan Ternak Sapi di Provinsi Bali Tahun 2013 – 2017

Dapat dilihat pada gambar 2, dimana dari kurva hewan ternak sapi di Provinsi Bali dari tahun 2013 hingga tahun 2017 menunjukkan bahwa populasi hewan ternak sapi berada di kisaran 400 ribu hingga 500 ribuan ekor. Kurva populasi menunjukkan bahwa kurva relatif konstan. Jika dilihat dari data jenis hewan ternak lainnya yang terdapat pada tabel 1, tingkat populasi dari jenis hewan ternak lainnya juga dapat dikatakan relatif konstan, seperti populasi kuda yang berada di kisaran 200 ekor, populasi kambing di kisaran 60 ribuan ekor, serta populasi hewan ternak lainnya. Karena tingkat populasi seluruh hewan ternak relatif konstan, maka analisa dan perhitungan potensi energi listrik dapat menggunakan rata-rata populasi dari setiap jenis hewan ternak dari tahun 2013 sampai tahun 2017.

4.1 Kotoran Sapi

Berdasarkan tingkat populasi sapi di Provinsi Bali dari tahun 2013 sampai tahun 2017, maka diperoleh rata-rata populasi sapi di Provinsi Bali adalah sebanyak 525.955 ekor. Berdasarkan data pada tabel 3, seekor sapi mampu menghasilkan kotoran sekitar 25 kg hingga 30 kg kotoran per hari. Jika diambil asumsi angka minimal, dimana satu ekor sapi mampu menghasilkan kotoran sebanyak 25 kg setiap harinya, maka diperoleh produksi limbah buangan sapi setiap harinya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produksi kotoran} &= 525.955 \times 25 \\ &= 13.148.875 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Persentase KBK dari limbah buangan sapi yaitu sebesar 20%, sehingga total KBK limbah buangan sapi adalah:

$$\text{Total KBK} = 13.148.875 \times 20\%$$

$$= 2.629.775 \text{ kg.BK}$$

Potensi biogas dari limbah buangan sapi di Provinsi Bali yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Potensi Bg} &= 2.629.775 \times 0,04 \\ &= 105.191 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Potensi energi listrik dari biogas limbah buangan sapi di Provinsi Bali adalah:

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= 105.191 \times 4,7 \text{ kWh} \\ &= 494.397,7 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

4.2 Kotoran Kerbau

Berdasarkan tingkat populasi kerbau di Provinsi Bali dari tahun 2013 sampai tahun 2017, maka diperoleh rata-rata populasi kerbau di Provinsi Bali adalah sebanyak 1.736 ekor. Berdasarkan data pada tabel 3, seekor kerbau mampu menghasilkan kotoran sekitar 25 kg hingga 30 kg kotoran per hari. Jika diambil asumsi angka minimal, dimana satu ekor kerbau mampu menghasilkan kotoran sebanyak 25 kg setiap harinya, maka diperoleh produksi limbah buangan kerbau setiap harinya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produksi kotoran} &= 1.736 \times 25 \\ &= 43.400 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Persentase KBK dari limbah buangan kerbau yaitu sebesar 20%, sehingga total KBK limbah buangan kerbau adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total KBK} &= 43.400 \times 20\% \\ &= 8.680 \text{ kg.BK} \end{aligned}$$

Potensi biogas dari limbah buangan kerbau di Provinsi Bali yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Potensi Bg} &= 8.680 \times 0,04 \\ &= 347,2 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Potensi energi listrik dari biogas limbah buangan kerbau di Provinsi Bali adalah:

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= 347,2 \times 4,7 \text{ kWh} \\ &= 1.631,84 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

4.3 Kotoran Kuda

Berdasarkan tingkat populasi kuda di Provinsi Bali dari tahun 2013 sampai tahun 2017, maka diperoleh rata-rata populasi kuda di Provinsi Bali adalah sebanyak 229 ekor. Berdasarkan data pada tabel 3, seekor kuda mampu menghasilkan kotoran sekitar 25 kg hingga 30 kg kotoran per hari. Jika diambil asumsi angka minimal, dimana satu ekor kuda mampu menghasilkan kotoran sebanyak 25 kg setiap harinya, maka diperoleh produksi limbah buangan kuda setiap harinya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produksi kotoran} &= 229 \times 25 \\ &= 5.725 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Persentase KBK dari limbah buangan kuda yaitu sebesar 20%, sehingga total KBK limbah buangan kuda adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total KBK} &= 5.725 \times 20\% \\ &= 1.145 \text{ kg.BK} \end{aligned}$$

Potensi biogas dari limbah buangan kuda di Provinsi Bali yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Potensi Bg} &= 1.145 \times 0,04 \\ &= 45,8 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Potensi energi listrik dari biogas limbah buangan kuda di Provinsi Bali adalah:

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= 45,8 \times 4,7 \text{ kWh} \\ &= 215,26 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Kotoran Kambing

Berdasarkan tingkat populasi kambing di Provinsi Bali dari tahun 2013 sampai tahun 2017, maka diperoleh rata-rata populasi kambing di Provinsi Bali adalah sebanyak 62.080 ekor. Jika satu ekor kambing mampu menghasilkan kotoran sebanyak 1,13 kg setiap harinya, maka diperoleh produksi limbah buangan kambing setiap harinya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produksi kotoran} &= 62.080 \times 1,13 \\ &= 70.150,4 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Persentase KBK dari limbah buangan kambing yaitu sebesar 26%, sehingga total KBK limbah buangan kambing adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total KBK} &= 70.150,4 \times 26\% \\ &= 18.239,1 \text{ kg.BK} \end{aligned}$$

Potensi biogas dari limbah buangan kambing di Provinsi Bali yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Potensi Bg} &= 18.239,1 \times 0,059 \\ &= 1.076,1 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Potensi energi listrik dari biogas limbah buangan kambing di Provinsi Bali adalah:

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= 1.076,1 \times 4,7 \text{ kWh} \\ &= 5.057,67 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

4.4 Kotoran Domba

Berdasarkan tingkat populasi domba di Provinsi Bali dari tahun 2013 sampai tahun 2017, maka diperoleh rata-rata populasi domba di Provinsi Bali adalah sebanyak 8 ekor. Jika satu ekor domba mampu menghasilkan kotoran sebanyak 1,13 kg setiap harinya, maka diperoleh

produksi limbah buangan domba setiap harinya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produksi kotoran} &= 8 \times 1,13 \\ &= 9,04 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Persentase KBK dari limbah buangan domba yaitu sebesar 26%, sehingga total KBK limbah buangan domba adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total KBK} &= 9,04 \times 26\% \\ &= 2,35 \text{ kg.BK} \end{aligned}$$

Potensi biogas dari limbah buangan domba di Provinsi Bali yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Potensi Bg} &= 2,35 \times 0,059 \\ &= 0,14 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Potensi energi listrik dari biogas limbah buangan domba di Provinsi Bali adalah:

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= 0,14 \times 4,7 \text{ kWh} \\ &= 0,66 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

4.5 Kotoran Babi

Berdasarkan tingkat populasi babi di Provinsi Bali dari tahun 2013 sampai tahun 2017, maka diperoleh rata-rata populasi babi di Provinsi Bali adalah sebanyak 787.745 ekor. Jika satu ekor babi mampu menghasilkan kotoran sebanyak 7 kg setiap harinya, maka diperoleh produksi limbah buangan babi setiap harinya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produksi kotoran} &= 787.745 \times 7 \\ &= 5.514.215 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Persentase KBK dari limbah buangan babi yaitu sebesar 9%, sehingga total KBK limbah buangan babi adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total KBK} &= 5.514.215 \times 9\% \\ &= 496.279,35 \text{ kg.BK} \end{aligned}$$

Potensi biogas dari limbah buangan babi di Provinsi Bali yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Potensi Bg} &= 496.279,35 \times 0,059 \\ &= 29.280,48 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Potensi energi listrik dari biogas limbah buangan babi di Provinsi Bali adalah:

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= 29.280,48 \times 4,7 \text{ kWh} \\ &= 137.618,26 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

4.6 Kotoran Ayam

Berdasarkan tingkat populasi ayam di Provinsi Bali dari tahun 2013 sampai tahun 2017, maka diperoleh rata-rata populasi ayam di Provinsi Bali adalah sebanyak 17.139.899 ekor. Jika satu ekor ayam mampu menghasilkan kotoran sebanyak 0,18 kg setiap harinya, maka

diperoleh produksi limbah buangan ayam setiap harinya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produksi kotoran} &= 17.139.899 \times 0,18 \\ &= 3.085.181,82 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Persentase KBK dari limbah buangan ayam yaitu sebesar 28%, sehingga total KBK limbah buangan ayam adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total KBK} &= 3.085.181,82 \times 28\% \\ &= 863.850,91 \text{ kg.BK} \end{aligned}$$

Potensi biogas dari limbah buangan ayam di Provinsi Bali yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Potensi Bg} &= 863.850,91 \times 0,116 \\ &= 100.206,70 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Potensi energi listrik dari biogas limbah buangan ayam di Provinsi Bali adalah:

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= 100.206,70 \times 4,7 \text{ kWh} \\ &= 470.971,49 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

4.7 Kotoran Itik

Berdasarkan tingkat populasi itik di Provinsi Bali dari tahun 2013 sampai tahun 2017, maka diperoleh rata-rata populasi itik di Provinsi Bali adalah sebanyak 666.128 ekor. Jika satu ekor itik mampu menghasilkan kotoran sebanyak 0,34 kg setiap harinya, maka diperoleh produksi limbah buangan itik setiap harinya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produksi kotoran} &= 666.128 \times 0,34 \\ &= 226.483,52 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Persentase KBK dari limbah buangan itik yaitu sebesar 38%, sehingga total KBK limbah buangan itik adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total KBK} &= 226.483,52 \times 38\% \\ &= 86.063,74 \text{ kg.BK} \end{aligned}$$

Potensi biogas dari limbah buangan itik di Provinsi Bali yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Potensi Bg} &= 86.063,74 \times 0,116 \\ &= 9.983,39 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Potensi energi listrik dari biogas limbah buangan itik di Provinsi Bali adalah:

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= 9.983,39 \times 4,7 \text{ kWh} \\ &= 46.921,93 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan potensi biogas dari 8 jenis kotoran hewan ternak, diperoleh total potensi biogas seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Potensi Biogas.

Jenis Hewan Ternak	Potensi Biogas (m ³ /hari)	Potensi Energi Listrik (kWh/hari)
Sapi	105.191,00	494.397,70
Kerbau	347,20	1.631,84
Kuda	45,80	215,26
Kambing	1.076,10	5.057,67
Domba	0,14	0,66
Babi	29.280,48	137.618,26
Ayam	100.206,70	470.971,49
Itik	9.983,39	46.921,93
Total	246.130,81	1.156.814,81

5. SIMPULAN

Berdasarkan nilai rata-rata populasi hewan ternak dari tahun 2013 sampai tahun 2017, dimana data bersumber dari Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (Kementerian Pertanian), terdapat 19.183.779 ekor hewan dari 8 jenis hewan ternak yang paling potensial di Bali. Kedelapan hewan tersebut adalah sapi, kerbau, kuda, kambing, domba, babi, ayam dan itik. Hasil perhitungan dari 8 jenis hewan ternak tersebut menunjukkan total potensi biogas di Provinsi Bali adalah sebesar 246.130,81 m³/hari. Jika potensi biogas tersebut dikonversikan menjadi energi listrik, maka diperoleh total potensi energi listrik dari biogas yang berasal dari kotoran hewan ternak di Provinsi Bali adalah sebesar 1.156.814,81 kWh/hari atau sekitar 1,16 GWh/hari. Potensi tersebut cukup besar dan dapat digunakan sebagai energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik jika dimanfaatkan secara optimal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PLN (Persero) Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (Persero) 2019-2028. Indonesia, 2019.
- [2] M. R. Wicaksana, I. N. S. Kumara, I. A. D. Girianatari, R. Irawati. "Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 kWp Pada Kantor Gubernur Bali". *E-Journal SPEKTRUM*, Vol. 6, No. 3, pp. 107-113.
- [3] Pemerintah Provinsi Bali. 2018. *Draft Rencana Umum Daerah (RUED) Provinsi Bali Tahun 2018*. Bali, 2018.
- [4] Fajar Saputri, Yasinta. Pemanfaatan Kotoran Sapi untuk Bahan Bakar PLT

- Biogas 80 kW di Desa Babadan Kecamatan Ngajum Malang. Surabaya, Indonesia: Institut Teknologi Sepuluh November, 2014.
- [5] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2017. Jakarta. 2017.
- [6] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2018. Jakarta. 2018.
- [7] Suriawiria. Menuai Biogas dari Limbah. Departemen Pertanian. 2005.
- [8] Suhendra, Feber. *The Usage Of biogas Technology To Reduce Livestock Pollutant in Bali on Clean Development Mechanism*. Mulya Tiara Nusa. 2008.
- [9] Teguh Wikan Widodo, N. Ana, A. Asari dan R. Elita. Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian Untuk Energi Biogas. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. 2009.