

**ENICOW (Energy Independent Cowcpe): PEMBANGKIT ENERGI LISTRIK
BERBASIS HIBRYD ENERGI TERBARUKAN DALAM PEMANFAATAN
POTENSI PETERNAKAN SAPI DALAM MEWUJUDKAN DESA MANDIRI
ENERGI**

Lukmanul Khakim¹, Ahmad Ishamul Ayady Akmal², Lintang Budiarti³

¹S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Indonesia.

²S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Indonesia.

³S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Indonesia.

¹ Klukmanul33@gmail.com, ² ishamulayadyakmal@gmail.com,
³lintangbudiarti8@gmail.com

Abstract

Indonesia is a country that has a very abundant wealth of animal resources, none of which is potential for cattle farming in Indonesia. This is based on Indonesia's excellent natural conditions for feed ingredients from its own livestock. According BPS in 2020, there were 17.466.792 beef cattle in Indonesia with the province East Java which contributed 4.816.330 head of beef cattle and in the previous year East Java dominated the number of Indonesian beef cattle, so that can be said that East Java has local potential through on cattle farm. Writing this paper uses the literature study method by referring national and international journals and related scientific articles, then with the method of data analysis and supporting components that produce a design concept in the realization of innovation by utilizing a cage cows which are an important component is sourcing farms that are combined with solar power generation or solar panels and integrated in a hybrid manner with processing of cow dung which is processed into biogas, so that in one farm there are two source of electricity, which combined and will produce biogas. Using more electricity generators, in the use of cowshed as power plant, the movement given also plays a big role in reducing greenhouse gas emissions caused by abandoned cow dung.

Keywords: Biogas, Cow, Renewable Energy

PENDAHULUAN

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2019), menyatakan bahwa cadangan batubara Indonesia tersisa 26,2 miliar ton. Dengan produksi batubara sebesar 616 juta ton tahun lalu, maka umur cadangan batubara hanya tinggal 42 tahun, apabila diasumsikan tidak ada temuan cadangan baru. Hal ini dikarenakan batu bara menjadi sumber energi fosil yang tidak dapat diperbarui kembali dan suatu saat cadangan batu bara tersebut akan

habis. Sehingga diperlukan sumber energy cadangan yang dapat menyuplai energy di Indonesia, salah satu sumber energy cadangan yang potensial dikembangkan adalah biogas

dari sapi, hal ini didasari oleh data Badan Pusat Statistika (BPS) yang menyebutkan bahwa Indonesia pada tahun 2020 terdapat 17.466.792 ekor sapi potong dan 568.265 ekor sapi perah yang selalu meningkat di setiap tahunnya, dengan penyumbang jumlah terbesar dari provinsi Jawa Timur yang menyumbang 4.815.330 ekor sapi potong dan 295.141 ekor sapi perah. Indonesia juga memiliki potensi sumber energi surya yang besar, Disisi lain Menurut data BPS tahun 2019, Jawa Timur merupakan salah satu provinsi yang memiliki jumlah desa yang paling banyak di Indonesia dengan 8.496 desa, dengan data ini menunjukkan bahwa Jawa Timur sangat potensial dalam pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas.

Menurut Kementerian ESDM tahun 2021 menyebutkan bahwa potensi energi surya di Indonesia sebesar 207,8 GigaWatt. Berdasarkan kedua potensi diatas dapat diterapkan dalam satu pembangkit Energi Terbarukan dengan sistem Hibryd dalam menghasilkan energi bersih yang melimpah sebagai upaya dalam mewujudkan pedesaan yang dapat menghasilkan energi secara mandiri selain itu gagasan yang diajukan diharapkan sebagai langkah mitigasi dalam penemuan gas rumah kaca yang disebabkan oleh kotoran sapi yang kebanyakan tidak dimanfaatkan oleh masyarakat pedesaan.

METODE PENULISAN

Studi Kasus dan Studi Literatur

Studi kasus bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang sedang dihadapi serta membutuhkan solusi dalam menangani permasalahan yang ada, Kemudian studi kasus yang dilakukan yaitu pada wilayah Jawa Timur dengan potensi peternakan sapi serta jumlah pedesaan yang banyak sedangkan untuk studi literature dengan sumber berita resmi, jurnal, dan sumber lainnya yang dipercaya keabsolutannya sebagai acuan dalam studi kasus pada lapangan.

Penyusunan Konsep dan Analisa Konsep

Penyusunan konsep dilakukan dengan menganalisis hasil pengolahan data dan informasi studi literatur dan didapatkan sebuah ide dan solusi. Dimana Pengolahan data dilakukan dengan membandingkan data dari sumber referensi satu dengan lainnya.

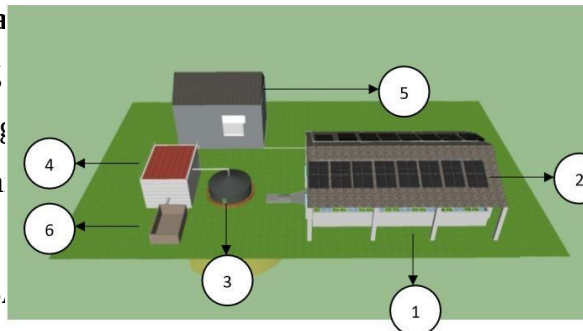
Kemudian didapatkan sebuah permodelan dalam merancang konsep yang nantinya akan diimplementasikan lebih lanjut. Berdasarkan pengamatan serta studi literature yang

didapatkan untuk mengatasi sebuah permasalahan dari pemenuhan energy nasional yaitu dengan pembuatan pembangkit energy listrik dengan bahan energy terbarukan secara hybrid antara biogas dari kotoran sapi dengan panel surya dengan media pemanfaatan adalah kandang sapi, sehingga dalam satu tempat terdapat dua sumber energy terbarukan yang dikumpulkan menjadi satu sebelum dimanfaatkan dalam kehidupan sehari – hari. Kemudian dilakukan analisa SWOT atas sistem terhadap; Analisis SWOT konsep pembangkit listrik dan Analisa konversi bahan energy terbarukan menjadi listrik.

Pengimplementasikan

Konsep yang komponen pendukung antara biogas dengan melimpah.

HASIL DAN PEMBAHASAN



seperti panel surya, dengan sistem Hybrid
gy listrik yang lebih

Gambar 1. Desain Konsep Pembangkit Hybrid

Keterangan gambar :

1. Kandang sapi sekaligus tempat awal kotoran sapi diperoleh yang terhubung dengan saluran yang menuju tangki penyimpanan kotoran sapi.
2. Atap dari kandang sapi didesain dengan memanfaatkan space yang ada sebagai tempat peletakan panel surya sehingga membentuk sistem pembangkit listrik hybrid tenaga biogas dan juga tenaga surya
3. Tanki penyimpanan kotoran sapi sebagai tempat produksi gas yang dihasilkan dari mikroba akibat adanya fermentasi dari bahan organik, dalam keadaan anaerobik, baik dari sisi temperatur, sisi kelembaban, serta sisi keasaman. Bahan organik

nantinya dimasukkan ke digester yang merupakan ruang tertutup kedap udara sehingga akan terjadi proses pembusukkan bahan organik yang menghasilkan keluaran berupa biogas (Santoso, Giriantari and Ariastina, 2019).

4. Gudang penyimpanan gas yang telah dihasilkan dari proses digesting akan dikumpulkan kedalam tabung tabung penyimpanan. Kandungan terbesar yang terdapat pada biogas yaitu gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Konsentrasi metana (CH_4) yang terkandung menentukan besarnya kandungan energi yang dimiliki 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.
5. Rumah pembangkit yang digunakan sebagai tempat terkumpulnya 2 proses pembangkit listrik dari tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga biogas. Sistem pembangkit listrik yang digunakan adalah sistem hybrid sehingga kedua jenis sumber energi listrik dapat saling melengkapi satu sama lain. Ketika siang hari maka pembangkit listrik panel surya akan lebih banyak mengambil alih dalam produksi energi listrik dan biogas dalam proses pengumpulan dan penyimpanan. Pada malam hari ketika panel surya tidak bisa memasok energi listrik maka biogas berperan dalam menyediakan sumber energi listrik.
6. Tempat output kotoran sapi yang telah difermentasi yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos. Proses pengomposan adalah proses menurunkan kandungan C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah (<20). Selama proses pengomposan, terjadi perubahan-perubahan unsur kimia yaitu karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak dan lilin menjadi CO_2 dan H_2O serta senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman.

Analisa Biogas dan Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik

Energi Listrik Biogas memiliki banyak sekali potensi yang dapat dimanfaatkan, salah satunya adalah digunakan sebagai bahan baku pembangkitan listrik. Biogas. Energi dari pembakaran biogas dikonversikan menjadi energi listrik dengan mengetahui jumlah produksi kotoran dari setiap jenis hewan ternak per harinya. Jumlah produksi kotoran

hewan ternak per hari dapat dilakukan perhitungan dengan mengacu pada persamaan (1).

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

Ket :

n = jumlah ternak (ekor)

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

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

Ket:

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).

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

Ket :

Potensi Bg = Potensi Biogas (m³)

Bg ternak = Biogas yang dihasilkan ternak 3 (m/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 serta potensi energi listrik yang dihasilkan dari biogas yang berasal dari kotoran hewan ternak dapat dihitung dengan mengacu pada persamaan (4).

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

Potensi Bg = Potensi Biogas (m³)

Tabel 1. Massa Kotoran, Kandungan Bahan Kering, dan Produksi Biogas

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	0,20-0,026

Sumber : Teguh Wikan Widodo, N. Ana, A. Asari dan R. Elita. Departemen Pertanian. 2009.

Berdasarkan data penelitian pada table 1, sekor 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:

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

$$\begin{aligned}\text{Total KBK} &= 25 \times 20\% \\ &= 5 \text{ kg.BK}\end{aligned}$$

Potensi biogas dari limbah buangan yaitu

$$\begin{aligned}\text{Potensi Bg} &= 5 \times 0,04 \\ &= 0.2 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Potensi energi listrik dari biogas limbah buangan sapi di berdasarkan perhitungan adalah:

$$\begin{aligned}\text{Etotal} &= 0,2 \times 4,7 \text{ kWh} \\ &= 0,94 \text{ kWh/hari}\end{aligned}$$

Sehingga dengan 1 sapi dapat menghasilkan 0,94 kWh/hari, jika terdapat 14 sapi maka $14 \text{ sapi} \times 0,94 = 13.16 \text{ kWh / perhari}$, sehingga dengan 47 kWh/hari dapat dimanfaatkan sebagaimana dalam tabel 2.

Table 2. Konversi Biogas dan Penggunaannya

Penggunaan	1 m ³ 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	7,4 kWh Energi Listrik

Sumber : (Santoso, Giriantari and Ariastina, 2019)

Kemudian Dalam pengkonversian panel surya dalam menjadi listrik dapat dianalisa dengan menghitung energy yang dapat dihasilkan terhadap beban secara ideal selama 4 jam efektif kerja dari panel surya selain itu kapasitas watt dari panel surya berpengaruh terhadap energy yang dihasilkan serta asumsi faktor sistem yang sebesar 85% (Irwansyah, 2020) sehingga didapatkan :

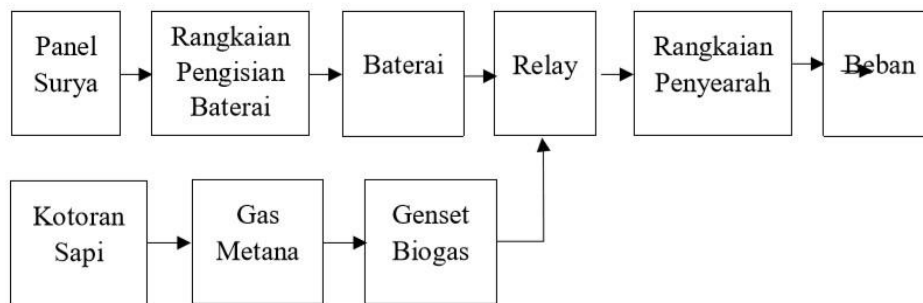
$$W_{\text{efektif}} = W_{\text{Ppanel}} \times \text{Sistem Faktor} \times T_{\text{efektif}} \times \text{Jumlah Panel} \dots\dots(5)$$

Dapat diasumsikan dengan panel surya 100 WP dengan jumlah 16 buah sehingga didapatkan :

$$\begin{aligned} W_{\text{efektif}} &= 100 \times 85\% \times 4 \times 16 \\ &= 5.440 \text{ Wh} = 5.4 \text{ KWh} \end{aligned}$$

Dengan analisa kedua sumber energy diatas serta desain dari konsep yang sudah ada didapatkan sebuah energy dari biogas 13.16 KWh dan panel surya sebesar 5.4 KWh sehingga didapatkan energy total 18.56 KWh per hari.

Skema Elektrifikasi Konsep Pembangkit Listrik Hybrid



Gambar 2 . Diagram blok pembangkit listrik hybrid biogas dan panel surya

Dalam konsep ini energi surya yang diterima panel surya pada siang hari dimanfaatkan sebagai sumber utama pembangkit energi listrik. Komponen baterai juga disiapkan untuk menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan untuk peralatan elektronik pada siang hari. Relay berfungsi untuk mengatur perubahan jenis pembangkit yang digunakan. Pada saat malam hari panel surya tidak dapat lagi menghasilkan energi listrik sehingga relay aktif untuk mengubah sumber energi yang digunakan. Gas metana yang telah tersimpan dalam tabung akan digunakan sebagai bahan bakar genset pada malam hari untuk menghasilkan listrik. kedua jenis pembangkit ini sifatnya saling melengkapi, ketika pada siang hari output daya yang dihasilkan oleh panel surya belum mencukupi kebutuhan maka genset biogas juga akan aktif untuk membantu memenuhi suplai kekurangan daya. Begitu juga sebaliknya ketika malam hari genset kehabisan bahan bakar biogas maka baterai yang telah menyimpan daya listrik dari panel surya di siang hari akan membantu memenuhi kebutuhan energi listrik.

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari pendahuluan hingga pembahasan adalah:

1. Berdasarkan analisa diatas dengan jumlah 14 sapi dapat diperoleh listrik sebesar 13,16 KWh per hari serta dengan 16 buah panel 100 WP diperoleh listrik sebesar 5,4 KWh sehingga dengan sistem hibry diperoleh 18,58 KWh per hari
2. Pemanfaatan kotoran sapi menjadi biogas dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh kotoran sapi.
3. Perancangan yang telah dibuat dapat bermanfaat untuk membuat pembangkit tenaga listrik energy terbarukan tanpa membuka lahan baru.
4. Hasil Pembuatan biogas dapat dijadikan pupuk organic bagi pertanian masyarakat sehingga dapat memanfaatkan potensi pedesaan secara optimal.

Daftar Pustaka

- Azhar, M., Solechan, Saraswati, R., Suharso, P., Suhartoyo, dan Ispriyarso, B. (2018). *The New Renewable Energy Consumption Policy of Rare Earth Metals to Build Indonesia's National Energy Security. The 1st Sriwijaya International Conference on Environmental Issues 2018 (1st SRICOENV 2018)*. 27 November 2018, Palembang, Indonesia. pp. 68-78.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2020. Statistik Indonesia pada Tahun (2020). Edisi ke- 1, Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Haryati, T. (2006). Biogas: Limbah peternakan yang menjadi sumber energi alternatif. *Jurnal Wartazoa*, 16(3), 160- 169.
- Irwansyah, Deni.et.al.(2020) Konversi Energi Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Sebagai Perencanaan Pembangkit Hybrid .SENER(Seminar Nasional Teknik Elektro) , 25 November 2020,pp.113-127ISBN: 978-602-60581-2-6
- Jaelani, A. (2017). *Renewable Energy Policy in Indonesia: The Qur'anic Scientific Signals in Islamic Economics Perspective. International Journal of Energy Economics and Policy*. 7(4): 193-204. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2019. Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia. Edisi

ke-1, Pusdatin ESDM. Jakarta.

Saputro, R. R., Putri, D. A., & Artanti, D. (2009). Pembuatan Biogas dari Limbah Peternakan.

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).