

# Analisis Tekno-Ekonomi dan Fraksi Energi Terbarukan pada Sistem Energi Hibrid Off-Grid Berbasis Potensi Energi Lokal Menggunakan Software HOMER

Agung Budi Muljono<sup>1</sup>, Yanuardi<sup>2\*</sup>, Agus Supriadi<sup>3</sup>, M Rivaldi Harjian<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram

---

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received June 18, 2025  
Revised August 26, 2025  
Accepted August 31, 2025

### Keywords:

Techno-Economic Analysis;  
Renewable Energy Fraction;  
Off-Grid Hybrid Energy System;  
Local Energy Potential;  
HOMER Software.

## ABSTRACT

The development of an off-grid hybrid energy system based on local energy potential offers a solution to improve energy access in remote areas. Lenek Village, located in East Lombok, West Nusa Tenggara (NTB), has renewable energy potential in the form of solar and biomass energy. This study aims to conduct a technical and economic analysis of an off-grid hybrid energy system that utilizes this local energy potential using HOMER software. The study evaluates the renewable energy fraction, capital cost, operating cost, and overall system economic feasibility. The results show that the energy supply combination includes a photovoltaic (PV) fraction of 15%, biomass generator of 15%, and wind energy of 69%, at a competitive cost. The use of HOMER software facilitates system analysis and optimization. The total cost required for overall power generation (Total Net Present Cost) is US\$2,351,595, with a cost of energy (COE) of US\$0.674 per kWh.

---

### Corresponding Author:

Yanuardi, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia  
Email: [yanuariadi55@gmail.com](mailto:yanuariadi55@gmail.com)

## 1. PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia menginisiasi percepatan pengembangan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sebagai strategi untuk mengatasi permasalahan krisis iklim, mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, serta meningkatkan ketahanan energi nasional [1],[2]. Kebijakan ini merupakan bagian integral dari transisi energi nasional yang bertujuan menciptakan sistem energi yang bersih, efisien, dan berkeadilan [3].

Pemerintah Indonesia terus menunjukkan komitmennya dalam transisi menuju energi bersih dan berkelanjutan melalui kebijakan percepatan pembangunan Energi Baru dan Terbarukan (EBT). Langkah ini tidak hanya bertujuan untuk memenuhi target bauran energi nasional sebesar 23% pada tahun 2025 [4], tetapi juga sebagai bagian dari upaya mengurangi emisi karbon, memperkuat ketahanan energi, serta mendorong pertumbuhan ekonomi hijau [5]. Melalui berbagai regulasi strategis, seperti Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan Peraturan Presiden No. 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik, pemerintah memberikan arah yang jelas bagi investasi dan pembangunan infrastruktur EBT. Kebijakan ini difokuskan pada optimalisasi potensi sumber daya lokal, termasuk tenaga surya, angin, air, biomassa, hingga panas bumi, yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia, termasuk di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB).

Penyediaan energi listrik di Provinsi NTB saat ini masih sebagian besar dipenuhi dari pembangkit listrik dengan sumber energi fosil non terbarukan. Sementara itu Provinsi NTB, khususnya Pulau Lombok dikenal memiliki potensi besar energi terbarukan, terutama tenaga surya dan biomassa. Menurut data Global Solar Atlas, radiasi matahari rata-rata di Pulau Lombok mencapai 3,45 hingga 5,74 kWh/m<sup>2</sup>/hari [6], termasuk di dalamnya Desa Lenek yang berada di Lombok Timur memiliki potensi energi surya (PV), energi angin potensi bioenergi: limbah pertanian, peternakan (biomassa padat atau biogas dari kotoran ternak/sisa). Potensi ini dapat dimanfaatkan untuk membangun sistem pembangkit listrik hibrida *off-grid*, yaitu sistem yang menggabungkan beberapa sumber energi terbarukan dan bekerja secara mandiri tanpa bergantung pada jaringan PLN.

Perencanaan sistem energi hibrida, diperlukan analisis teknis dan ekonomis yang akurat untuk menentukan konfigurasi sistem paling efisien dan andal [7], [8]. Untuk itu, digunakan perangkat lunak HOMER (*Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources*) yang mampu mensimulasikan berbagai skenario kombinasi sumber energi, beban, dan biaya, serta mengoptimalkan desain sistem berdasarkan parameter-parameter tersebut dan menganalisis performa teknis serta biaya sistem energi dari berbagai kombinasi sumber daya dengan fraksi energi terbarukan [9].

Studi mengenai sistem pembangkit listrik hibrida berbasis energi terbarukan telah banyak dilakukan, baik dalam bentuk simulasi menggunakan data potensi energi lokal maupun pada tahap implementasi, baik di Indonesia maupun di berbagai negara lainnya. Perencanaan peningkatan pasokan energi listrik melalui sistem hibrida PV dan PLTMh di Desa Merden, yang menggunakan perangkat lunak HOMER, mampu menghasilkan energi sebesar 1.301.169 kWh per tahun [10]. Sementara itu, konfigurasi sistem hibrida tenaga angin dan surya di Desa Ahuawali menghasilkan energi sebesar 164.707 kWh per tahun [11]. Berbagai upaya optimalisasi pemanfaatan energi terbarukan yang berbasis potensi lokal di wilayah Nusa Tenggara Barat telah disimulasikan dalam sejumlah penelitian, seperti pemanfaatan energi alternatif melalui sistem off-grid di Desa Sembalun Bumbung [12], sistem hibrida PV-PLTMh *off-grid* di Desa Suryawangi [13], serta sistem on-grid PV dan turbin angin di Kecamatan Asakota [14]. Semua studi tersebut menggunakan perangkat lunak HOMER dan menunjukkan hasil yang layak secara teknis maupun ekonomis. Kajian Tekno-Ekonomis EBT hibrida adalah penilaian menyeluruh terhadap kelayakan teknis dan finansial dalam memanfaatkan potensi energi terbarukan lokal untuk mengembangkan sistem pembangkit listrik hibrida yang mandiri, andal, dan ekonomis, khususnya untuk daerah tanpa akses listrik PLN.

Implementasi fraksi energi terbarukan dengan memanfaatkan karakteristik lokal menghasilkan sistem pembangkit listrik alternatif yang layak secara teknis dan ekonomis [15]. Hal ini akan mendorong kemandirian energi desa serta mendukung program nasional transisi energi bersih dan pembangunan berkelanjutan. Ketersediaan listrik yang lebih andal juga membuka peluang usaha baru, meningkatkan produktivitas serta kualitas hidup masyarakat, yang secara tidak langsung memberikan manfaat ekonomi tambahan. Penelitian di wilayah Lenek dilakukan dengan pendekatan tekno-ekonomi serta analisis fraksi energi terbarukan pada sistem energi hibrida *off-grid*, dengan memanfaatkan potensi sumber energi lokal guna mendukung penyediaan listrik yang berkelanjutan.

## 2. METODE PENELITIAN

Desa Lenek, yang berada dalam wilayah administrasi Kecamatan Lenek Kabupaten Lombok Timur, memiliki potensi sumber energi terbarukan yang signifikan. Salah satu potensi tersebut energi matahari terletak pada koordinat  $8^{\circ}35'06''$  LS dan  $116^{\circ}31'05''$  BT, juga potensi energi angin. Wilayah Desa Lenek pada bagian tengah dan selatan didominasi oleh morfologi dataran rendah non-pesisir, dengan elevasi berkisar antara 100 hingga 500 meter di atas permukaan laut. Secara umum, daerah ini memiliki kemiringan lahan rata-rata sekitar 10%, yang mencerminkan kondisi topografi yang relatif landai. Selain itu, daerah Lenek juga memiliki potensi bioenergi: limbah pertanian, peternakan (biomassa padat atau biogas dari kotoran ternak/sisa). Limbah organik tersebut dapat diolah lebih lanjut menjadi biogas, sehingga mendukung upaya diversifikasi energi berbasis sumber daya lokal. Secara keseluruhan, topografi Desa Lenek cukup beragam dengan wilayah memanjang, adanya sungai Kokoq Mpok, dan jalan negara yang membelah desa. Kondisi ini mempengaruhi pola pemukiman dan pemanfaatan lahan oleh masyarakat desa.

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan simulasi berbasis perangkat lunak dengan bantuan komputasi menggunakan personal komputer. Simulasi bertujuan untuk menganalisis performa sistem energi hibrida dengan memanfaatkan perangkat lunak HOMER Beta versi 2.19, yang dirancang untuk mengkaji kelayakan sistem energi secara teknis dan ekonomis, serta mengevaluasi kontribusi fraksi energi terbarukan (*Renewable Fraction*) dalam sistem. Data yang digunakan dalam simulasi diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Nusa Tenggara Barat, khususnya melalui publikasi Kecamatan Lenek dalam Angka, edisi tahun 2018. Data tersebut mencakup informasi demografi, kondisi geografis, dan konsumsi energi yang menjadi dasar untuk pengembangan model simulasi. Selain itu, nilai *Renewable Fraction* dianalisis untuk mengetahui proporsi energi yang bersumber dari EBT dalam keseluruhan sistem hibrida.

Analisis tekno-ekonomi dalam simulasi ini meliputi aspek teknis dari sistem pembangkit (seperti kapasitas, ketersediaan energi, dan keandalan), serta evaluasi finansial menggunakan indikator ekonomi seperti *Net Present Value* (NPV), *Net Present Cost* (NPC), dan *Levelized Cost of Energy* (LCOE). Biaya tahunan (*annualized cost*) dari sebuah proyek mencakup biaya operasional komponen sistem, ditambah dengan biaya modal dan biaya penggantian tahunan selama masa proyek berlangsung. Biaya modal awal

(*initial capital cost*) adalah jumlah dana yang dibutuhkan untuk membeli seluruh komponen sistem pada saat proyek dimulai. Sementara itu, biaya penggantian (*replacement cost*) merujuk pada nilai jual kembali komponen sistem ketika proyek telah selesai. *Net Present Cost* (NPC) atau biaya kini bersih adalah nilai sekarang dari seluruh biaya pemasangan dan operasional sistem hingga proyek mencapai akhir masa operasinya. Nilai total NPC dihitung menggunakan rumus berikut [16]:

$$C_{NPC} = \frac{C_{ann,tot}}{CRF(i, R_{proj})} \quad (1)$$

$$CRF(i, N) = \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \quad (2)$$

$$i = \frac{i' - f}{1 + f} \quad (3)$$

dengan:

$$C_{NPC} = \text{total net present cost}$$

$$C_{ann,tot} = \text{total annualized cost (\$/yr),}$$

$$CRF = \text{capital recovery factor}$$

$$i = \text{interest rate (\%)}$$

$$i' = \text{nominal interest rate}$$

$$f = \text{annual inflation rate}$$

$$R_{proj} = \text{project lifetime (yr)}$$

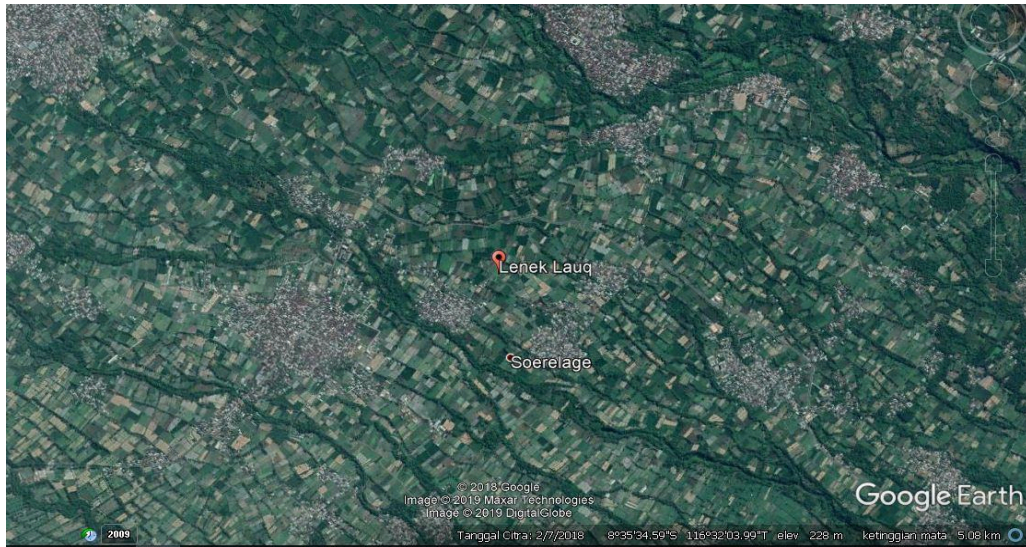
$$N = \text{number of years}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kondisi Geografis Kecamatan Lenek

Kecamatan Lenek Lauq memiliki luas keseluruhan 41,83 km<sup>2</sup>, dan memiliki 10 desa diantaranya Lenek Daya, Lenek, Lenek Lauq, Lenek Baru, Lenek Pesiraman, Lenek Ramban Biak, Lenek Kalibambang, Sukarema, Kalijaga Baru, Lenek Duren. Diantara ke-10 desa tersebut yang memiliki proporsi luas terbesar adalah desa Lenek Daya dengan Luas wilayah 31,15% dari keseluruhan luas wilayah dan yang paling kecil adalah sukarema dengan luas wilayah 1,67% dari keseluruhan luas wilayah kecamatan Lenek Lauq Dalam.

Desa Lenek Lauq memiliki potensi PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) karena letaknya yang berada di 8°35'06" LS dan 116°31'05" BT termasuk daerah tropis. Selain itu desa ini juga memiliki potensi energi angin sehingga dapat di manfaatkan untuk energi listrik. Sementara itu, desa Lenek juga memiliki kandang yang banyak hewan ternak sehingga kotorannya dapat dimanfaatkan sebagai energi biogas. Secara geografis peta desa Lenek Lauq seperti ditampilkan pada Gambar 1.



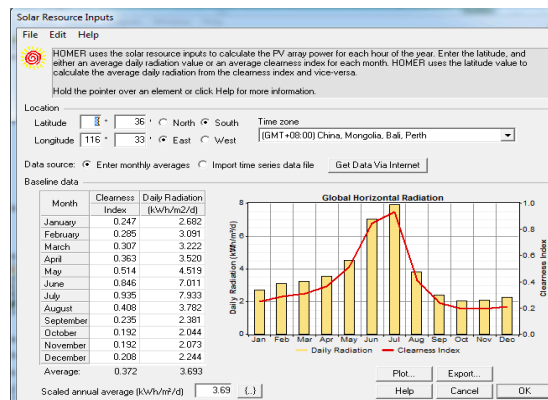
Gambar 1 Desa Lenek Lauq (with Google Earth)

## B. Potensi Desa

Berdasarkan uraian sebelumnya, Desa Lenek Lauq yang terletak di Kecamatan Lenek, Provinsi Nusa Tenggara Barat, merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi untuk pengembangan berbagai sumber energi alternatif, seperti energi surya, angin, dan biogas.

### 1. Potensi Energi Surya

Desa Lenek Lauq, yang terletak pada koordinat geografis  $8^{\circ}35'06''$  LS dan  $116^{\circ}31'05''$  BT, memiliki nilai intensitas radiasi matahari yang dapat dianalisis menggunakan perangkat lunak HOMER. Untuk memperoleh data tersebut, pengguna dapat memasukkan data lintang dan bujur ke dalam sistem, kemudian memilih opsi "get data via internet". HOMER akan secara otomatis mengakses basis data global dan menampilkan informasi intensitas radiasi matahari di lokasi tersebut, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

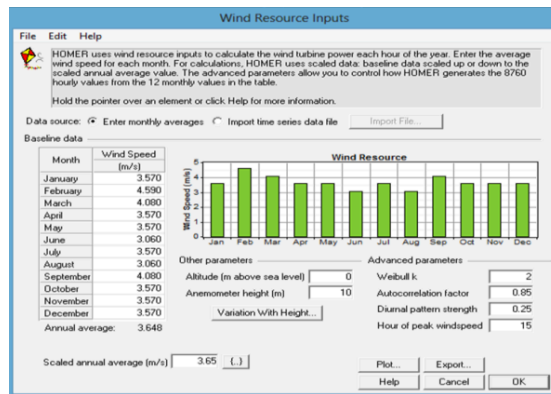


Gambar 2. Profil nilai GHI Radiasi Matahari via data NREL

Sebagaimana data-data pada Gambar 2 terlihat, bahwa rata-rata intensitas radiasi penyinaran matahari tiap bulannya Desa Lenek Lauq adalah 3.69 kWh/m<sup>2</sup>/dt.

### 2. Potensi Energi Angin

Desa Lenek Lauq memiliki potensi tenaga angin yang cukup memadai dikarenakan daerah ini merupakan daerah yang cukup datar dengan ketinggian 171 m sampai 623,3 m di atas permukaan laut. Untuk mendapatkan kecepatan angin rata-rata dapat menggunakan bantuan fasilitas software HOMER, seperti pada Gambar 3



Gambar 3. Profil nilai GHI Radiasi Matahari via data NREL

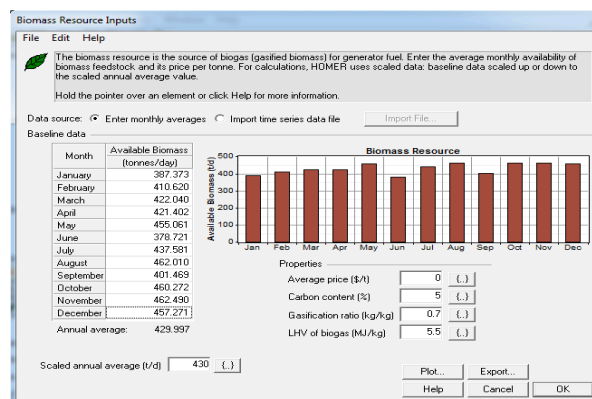
Data pada Gambar 3 menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan angin bulanan di Desa Lenek Lauq adalah sebesar 3,65 m/s.

3. Potensi Biogas

Desa Lenek Lauq juga memiliki kandang yang banyak hewan ternak sehingga kotorannya dapat dimanfaatkan sebagai energy biogas. Potensi biogas dari jenis hewan ternak yang ada di desa Lenek ditampilkan pada Tabel 1. Dari data tersebut mendapatkan energi biomass dapat diinputkan ke dalam software HOMER, sebagaimana tertuang pada Gambar 4.

Tabel 1. Data jumlah hewan ternak sebagai potensi biogas[17]

Jenis Hewan	Jumlah	Produk Kotoran (Kg/ekor/hari)	Jumlah (Kg/hari)
Kuda	100	15	1500
Sapi	2050	10	20500
Kambing	265	2	530
Ayam	1200	0,1	120
Itik	290	0,5	145



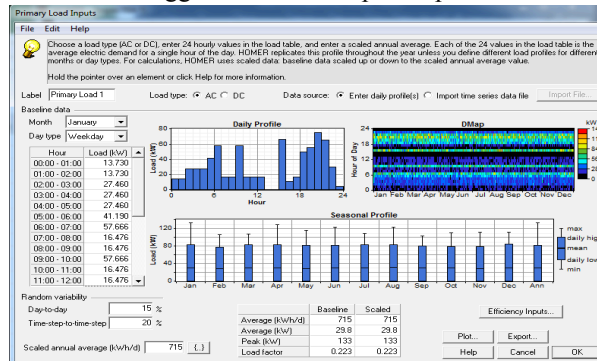
Gambar 4. Profil potensi energi biomas

Dari data-data diatas terlihat, bahwa rata-rata energi biogas tiap bulannya Desa Lenek Lauq adalah 430 ton/hari.

C. Profil Pembebanan

1. Profil Input Data Beban Rumah Tangga

Perencanaan sistem ini melayani beban listrik rumah tangga dengan daya antara 450 hingga 900 VA. Sistem dirancang untuk menyuplai listrik ke 195 rumah beserta fasilitas umum di desa tersebut. Grafik profil beban harian rata-rata dari 195 rumah tangga tersebut ditampilkan pada Gambar 5.

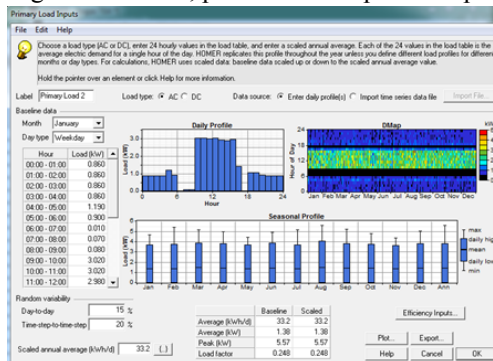


Gambar 5. Profil Beban Rumah Tangga

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa jumlah beban rumah tangga akan maksimum digunakan pada pukul 18.00-22.00 Wita, sedangkan beban akan minimum pada pukul 23.00-00.00 dan 13.00-15.00 Wita.

## 2. Profil input data beban fasilitas umum dan industri.

Energi listrik yang dihasilkan pada sistem pembangkit hibrida ini juga direncanakan digunakan untuk fasilitas umum dan sosial yang ada di desa Lenek Lauq dan juga digunakan untuk usaha kegiatan industri mengolah potensi desa melalui kegiatan UMKM, profil beban dapat ditampilkan pada Gambar 6.

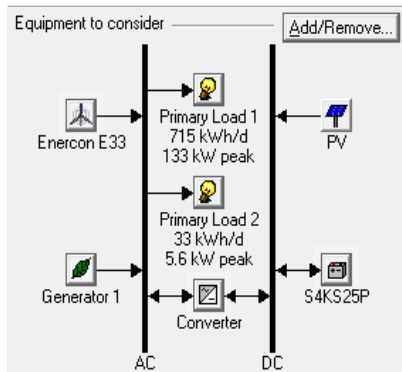


Gambar 5. Profil beban fasilitas umum dan usaha kegiatan industri

Berdasarkan Gambar 4 di atas, dapat dilihat bahwa jumlah beban fasilitas umum dan industri akan maksimum digunakan pada pukul 09.00-17.00, sedangkan beban akan minimum pada pukul 17.00-18.00.

## D. Konfigurasi Sistem Pembangkit Hibrida-Off Grid

Berdasarkan potensi energi di desa Lenek Lauq dan profil beban rumah tangga, industry dan fasilitas umum dibuat skema sistem konfigurasi pembangkit hibrida off grid menggunakan software HOMER. Skema opsi sistem penyedia daya untuk untuk melayani beban pedesaan merupakan kombinasi dari TA/PV/Biogas/Batere ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema Opsi Sistem Penyediaan daya untuk pembebanan desa Lenek Lauq

**E. Tinjauan terhadap Hasil Optimasi Konfigurasi Sistem Pembangkit Hibrida**

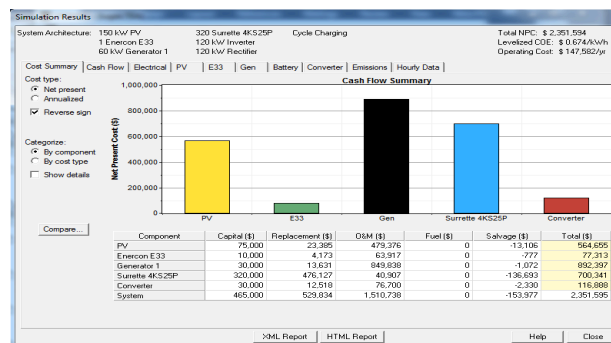
Berdasarkan data potensi energi lokal dan profil beban rumah tangga, fasilitas umum dan industri diolah dan didapatkan dengan berbagai scenario diinputkan ke dalam perangkat lunak simulator HOMER dan program dijalankan, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

**1. Detail nilai tiap komponen sistem, nilai total Net Present Cost (NPC), estimasi biaya awal, dan Cost of Energy (COE) per kWh yang dihasilkan**

Perangkat lunak HOMER melakukan proses optimasi sistem pembangkit hibrida dengan menghitung *Net Present Cost* (NPC) sebagai total biaya siklus hidup sistem, serta *Cost of Energy* (COE) sebagai biaya produksi energi per kilowatt-hour (kWh), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7. Selain itu, distribusi biaya dari masing-masing komponen sistem—seperti PV, generator diesel, baterai, inverter, dan komponen pendukung lainnya—ditampilkan secara grafis dalam Gambar 8 untuk mempermudah analisis struktur biaya keseluruhan.

	PV (kW)	E33	Gen (kW)	S4KS25P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Biomass (t)	Gen (hrs)
	150	1	60	320	120	\$ 465,000	147,582	\$ 2,351,594	0.674	1.00	70	1,108
		1	60	240	60	\$ 295,000	166,147	\$ 2,418,913	0.693	1.00	140	2,200
			120	320	60	\$ 507,500	373,331	\$ 5,279,922	1.512	1.00	284	3,309
				120	60	\$ 315,000	433,644	\$ 5,858,425	1.678	1.00	408	3,309
					60	\$ 197,500	779,706	\$ 10,164,755	2.912	1.00	579	5,772
	225	1	120			\$ 70,000	833,769	\$ 10,728,363	3.073	1.00	673	6,698
			120			\$ 225,000	952,697	\$ 12,403,667	3.553	1.00	715	7,054
					60	\$ 60,000	1,084,306	\$ 13,921,075	3.988	1.00	888	8,759

Gambar 7. Komposisi sistem pembangkit hibrida



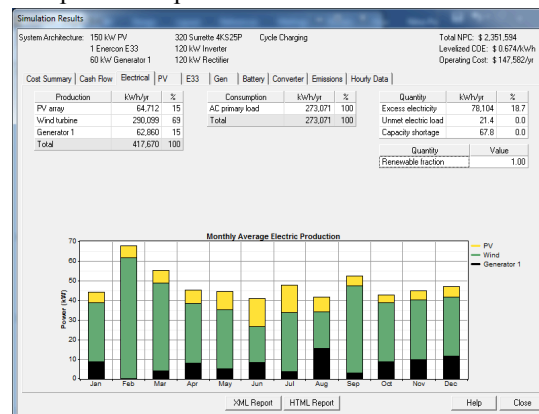
Gambar 8. Biaya investasi awal dan annually sub-sistem hibrida

Analisis biaya yang ditampilkan pada Gambar 8 menunjukkan bahwa baterai Surrrette 4KS25P memerlukan investasi awal terbesar, yaitu sebesar US\$ 320.000. Sedangkan biaya investasi awal untuk pembangkit biomassa adalah US\$ 30.000, panel surya US\$ 75.000, turbin angin US\$ 10.000, dan converter

US\$ 30.000. Apabila seluruh biaya tambahan seperti penggantian komponen serta operasi dan pemeliharaan (O&M) dimasukkan dan dikurangi dengan nilai keuntungan akhir sistem, maka total biaya tahunan yang diperlukan untuk pengoperasian sistem ini mencapai US\$ 2.351.595.

## 2. Produksi Energi Listrik Setiap Tahun

Perangkat lunak HOMER menghitung dan menyajikan proporsi produksi listrik dari masing-masing sumber energi pembangkit untuk memenuhi kebutuhan listrik tahunan sebesar 273.071 kWh yang disesuaikan dengan profil beban di Desa Lenek Lauq serta memanfaatkan potensi energi terbarukan lokal. Data hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.

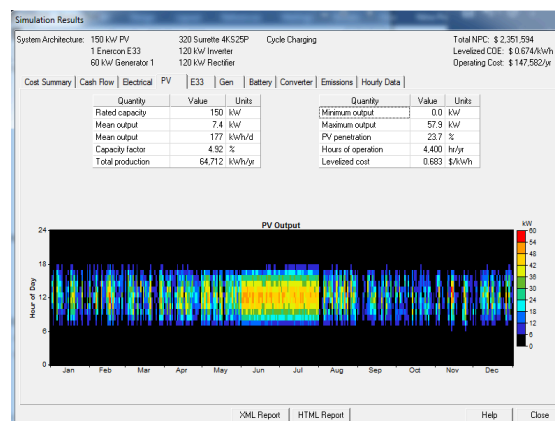


Gambar 9. Komposisi fraksi energi listrik tahunan

Sebagaimana ditampilkan pada Gambar 9, memperlihatkan komposisi fraksi energi didapatkan bahwa Energi surya memproduksi energi listrik sebesar 64.712 kWh/tahun (15%), Biomassa memproduksi energi listrik sebesar 62.860 kWh/tahun (15%), dan Angin memproduksi energi listrik sebesar 290.009 kWh/tahun (69%), maka total produksi listrik dari sistem adalah 417.670 kWh dalam satu tahun. Sedangkan dari jumlah total produksi listrik yang tersedia, beban listrik yang digunakan atau jumlah beban yang di suplai sebesar 273.071 kWh/tahun dengan nilai sisa energi 78.104 kWh/tahun (18.7%). Dengan sisa / kelebihan energi di karenakan pembangkit memiliki potensi energi yang besar sedangkan kebutuhan beban kurang dari produksi energi, sehingga dengan kelebihan energi yang yang di suply dapat di jual sehingga dapat memberi masukan biaya untuk pemeliharaan sistem.

## 3. Produksi Energi Panel surya

Hasil running program HOMER menunjukkan total energi listrik yang diproduksi oleh sistem tenaga surya selama periode satu tahun, dengan rincian hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 10.

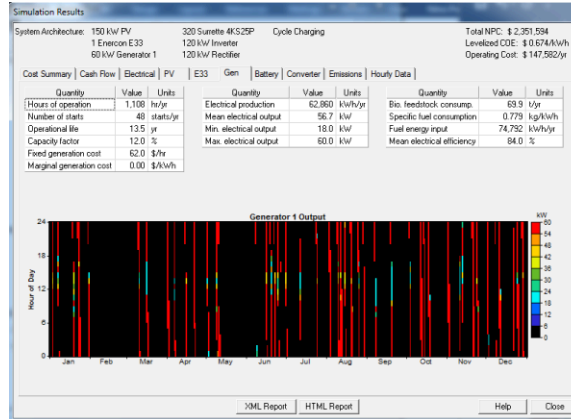


Gambar 10. Jumlah energi listrik dari panel surya

Berdasarkan data pada Gambar 10, panel surya menghasilkan energi listrik rata-rata sebesar 64.712 kWh per tahun, dengan daya maksimum 57,9 kW dan minimum 0 kW. Kondisi ini mengharuskan penggunaan baterai sebagai media penyimpanan energi listrik yang dihasilkan.

#### 4. Produksi Energi Biomassa

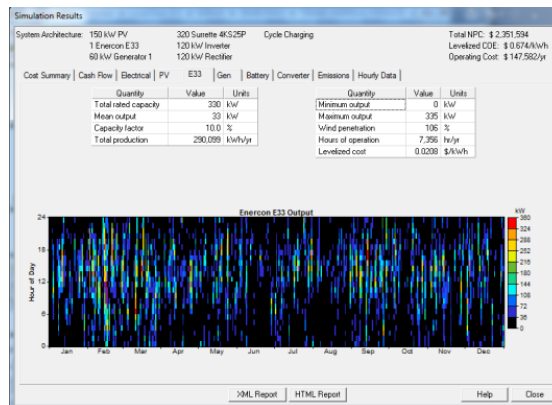
Produksi energi dari Generator Biomassa dapat diketahui jumlah rata-rata adalah sebesar 56.7 kW dengan maksimum daya yang dihasilkan sebesar 60 kW, seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Jumlah energi listrik dari generator biomassa

#### 5. Produksi Energi PLTB (*Wind Power Plan*)

Gambar 12 menunjukkan bahwa turbin angin menghasilkan energi listrik rata-rata sebesar 33 kW, dengan kapasitas daya maksimum mencapai 335 kW. Perbedaan signifikan antara daya rata-rata dan maksimum ini mencerminkan variasi intensitas angin sepanjang tahun, yang menekankan pentingnya sistem manajemen energi yang efektif untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi angin dalam konfigurasi pembangkit hibrida.



Gambar 12. Energi listrik dari PLTB

#### 6. Energi Yang Tersimpan Baterai

Data pada Gambar 13 menunjukkan bahwa kapasitas penyimpanan energi rata-rata baterai mencapai 616.525 kWh per tahun, dengan output energi rata-rata yang disalurkan sebesar 130.101 kWh per tahun. Kapasitas daya nominal penyimpanan tercatat sebesar 2.432 kWh, menegaskan peran krusial baterai dalam menjaga kontinuitas pasokan listrik pada sistem pembangkit listrik hibrida.



Gambar 13. Karakteristik energi yang tersimpan dalam baterai

## 7. Konversi Energi di Koverter

Berdasarkan Gambar 14, konverter berfungsi sebagai inverter sekaligus penyearah (*rectifier*). Energi listrik rata-rata yang masuk ke inverter tercatat sebesar 146,386 kWh per tahun, sedangkan energi yang keluar sebesar 131,747 kWh per tahun. Dengan demikian, terjadi kehilangan energi sebesar 14,638 kWh per tahun.



Gambar 14. Produksi energi yang terdapat pada komponen konverter

## KESIMPULAN

Hasil beberapa simulasi menggunakan perangkat lunak HOMER terhadap analisis tekno-ekonomi dan fraksi energi terbarukan pada sistem energi hibrid off-grid berbasis potensi energi lokal di Desa Lenek Lauq menunjukkan bahwa:

Sistem energi hibrid off-grid berbasis energi surya dan biomassa di Desa Lenek, Lombok Timur, terbukti mampu menyediakan listrik yang handal dan ekonomis dengan fraksi energi terbarukan sebesar 75%. Biaya energi yang dihasilkan lebih kompetitif dibandingkan dengan sistem diesel konvensional, sekaligus memberikan manfaat lingkungan signifikan.

Sistem energi hibrid off-grid berbasis potensi energi surya, angin dan biomassa di Desa Lenek dapat memenuhi kebutuhan listrik dengan fraksi energi PV (15%), generator biomassa (15%) dan energi angin (69%), dengan biaya yang kompetitif. Penggunaan software HOMER memudahkan dalam melakukan analisis dan optimasi sistem. Total biaya yang dibutuhkan dari pembangkitan secara keseluruhan (*total Net Present Cost*) adalah US \$ 2.351.595 dan dengan setiap kWh yang dihasilkan membutuhkan biaya sebesar energi (COE) US \$ 0,674.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Rizky, T. S. Pratiwi, A. Wibawa, and I. Achdiyana, "Peran Negara G20 dalam Percepatan Transisi Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk Mewujudkan Ketahanan Energi Nasional," *J. Ketahanan Nas.*, vol. 29, no. 3, pp. 271–290, 2024, doi: 10.22146/jkn.88751.
- [2] K. Apriliyanti and D. Rizki, "Kebijakan Energi Terbarukan: Studi Kasus Indonesia Dan Norwegia Dalam Pengelolaan Sumber Energi Berkelanjutan," *J. Ilmu Pemerintah. Widya Praja*, vol. 49, no. 2, pp. 186–209, 2023,

- doi: 10.33701/jipwp.v49i2.36843246.
- [3] J. Sarante, “Energi Baru dan Terbarukan (EBT) Mendukung Pertahanan Negara Ditekindhan Ditjen Pothan Kemhan,” 2024, [Online]. Available: <https://www.kalderanews.com/2020/05/apa-sih-bedanya-energi-baru-dan-terbarukan/>
- [4] S. Herindrasti, B. Angelina, P. Putriwinata, and U. K. Indonesia, “Pengembangan Kebijakan Energi Terbarukan di Indonesia, Vietnam, dan Laos Sinta,” *Sospol J. Sos. Polit.*, vol. 8090, no. 2, pp. 154–172, 2024, doi: 10.22219/jurnalsospol.v10i2.35634.
- [5] T. Wijanarka and N. N. C. L. Dewi, “Peran Pemerintah Indonesia Dalam Mendorong Transisi Energi Melalui South-South and Triangular Cooperation,” *Indones. J. Int. Relations*, vol. 8, no. 2, pp. 286–312, 2024, doi: 10.32787/ijir.v8i2.498.
- [6] E. Meilia Suryanti and I. Bagus Fery Citarsa, “Analisis Unjuk Kerja Sistem Fotovoltaik On-Grid Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Gili Trawangan [Photovoltaic System Performance Analysis On-Grid On Solar Power Plant (PLTS) Gili Trawangan],” *Dielektrika*, vol. 1, no. 2, pp. 82–95, 2014.
- [7] H. Al-Rawashdeh *et al.*, “Performance Analysis of a Hybrid Renewable-Energy System for Green Buildings to Improve Efficiency and Reduce GHG Emissions with Multiple Scenarios,” *Sustain.*, vol. 15, no. 9, 2023, doi: 10.3390/su15097529.
- [8] Rinaldi Maulana, “Pra-studi Kelayakan Sistem Hibrida PV-Baterai-PLTD di Daerah Pedesaan Wilayah Maluku,” *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 11, no. 2, pp. 92–97, 2024, doi: 10.33795/elposys.v11i2.5165.
- [9] A. Johri, V. Verma, and M. Basu, “Optimization and Intelligent Control in Hybrid Renewable Energy Systems Incorporating Solar and Biomass,” *Energy Eng. J. Assoc. Energy Eng.*, vol. 122, no. 5, pp. 1887–1918, 2025, doi: 10.32604/ee.2025.062355.
- [10] A. N. Azizah and S. Purbawanto, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PV dan Mikrohidro) Terhubung Grid (Studi Kasus Desa Merden, Kecamatan Padureso, Kebumen),” *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 2, no. 1, pp. 6–10, 2021, doi: 10.22146/juliet.v2i1.64365.
- [11] M. F. Rusydi, A. Djohar, M. Musaruddin, A. Lolok, A. N. Aliansyah, and I. Galugu, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTB dan PLTS) Menggunakan Aplikasi HOMER (Studi Kasus di Gunung Ahuawali),” *J. Fokus Elektroda*, vol. 09, no. 02, pp. 106–111, 2024.
- [12] A. B. Muljono, H. Sasmita, and A. Purna, “Optimasi Pemanfaatan Energi Alternatif Berbasis Hybrid di Desa Sembalun Bumbung, Kabupaten Lombok Timur,” *Jeitech (Journal Electr. Eng. Inf. Technol.)*, vol. 1, no. 2, pp. 30–37, 2023.
- [13] H. Hidayatullah, I. Adhevina, and A. B. Muljono, “Desain Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Off-Grid Menggunakan Software HOMER Untuk Elektrifikasi Di Desa Suryawangi Kecamatan Labuhan Haji Kabupaten Lombok Timur,” *Jeitech (Journal Electr. Eng. Inf. Technol.)*, vol. 2, no. 2, pp. 34–44, 2024.
- [14] F. U. Rahman, C. P. Maharani, N. Habiiburrahman, M. D. Pratama, and A. B. Muljono, “Desain Sistem Pembangkit Listrik Optimal On-Grid Tenaga Surya,” *Jeitech (Journal Electr. Eng. Inf. Technol.)*, vol. 2, no. 2, pp. 45–55, 2024, [Online]. Available: <https://journal.unram.ac.id/index.php/jeitech/article/view/5034>
- [15] İ. Çetinbaş, B. Tamyürek, and M. Demirtaş, “Design, analysis and optimization of a hybrid microgrid system using HOMER software: Eskişehir osmangazi university example,” *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 8, no. 1, pp. 65–79, 2019, doi: 10.14710/ijred.8.1.65-79.
- [16] T. Lambert, P. Gilman, and P. Lilienthal, “Micropower System Modeling with Homer,” *Integr. Altern. Sources Energy*, pp. 379–418, 2006, doi: 10.1002/0471755621.ch15.
- [17] B. P. Statistik and L. Timur, *Kecamatan Lenek Dalam Angka Tahun 2018*. CV Maharani, 2018.