

Simulasi Perancangan Pembangkit *Hybrid* (PLTS-PLTD) Menggunakan Homer di Pulau Bungin

Imam Syaukani¹, Afrianto², Mukhtar Hadi³

^{1,3}Teknik Sistem Energi, Universitas Teknologi Sumbawa, Moyo Hulu, Sumbawa Besar, Indonesia

²Teknik Mesin, Universitas Teknologi Sumbawa, Moyo Hulu, Sumbawa Besar, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 10 Juni 2025

Revised: 15 Juli 2025

Accepted: 27 Juli 2025

Keywords:

Homer

Hybrid System

PLTD

PLTS

Published by

Impression: Jurnal Teknologi dan Informasi

Copyright © 2025 by the Author(s) | This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Pulau Bungin, yang terletak di Kecamatan Alas, Kabupaten Sumbawa, merupakan salah satu pulau terpadat di dunia dengan akses energi listrik yang masih bergantung pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Peningkatan permintaan energi di wilayah ini menimbulkan tantangan serius, terutama terkait tingginya biaya operasional, ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan dampak lingkungan. Penelitian ini mengusulkan implementasi sistem energi hibrid berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan PLTD sebagai solusi alternatif yang berkelanjutan. Melalui simulasi menggunakan perangkat lunak HOMER, sistem dianalisis berdasarkan parameter utama seperti efisiensi energi, Levelized Cost of Energy (LCOE), dan Net Present Cost (NPC). Hasil simulasi menunjukkan bahwa integrasi PLTS mampu meningkatkan efisiensi sistem sebesar 99,8%, dan menurunkan emisi CO₂ secara signifikan. LCOE sistem hibrid juga lebih kompetitif dibandingkan sistem PLTD murni. Implikasi praktis dari studi ini menunjukkan bahwa sistem hibrid dapat menjadi solusi energi yang andal, hemat biaya, dan ramah lingkungan untuk daerah terpencil seperti Pulau Bungin, serta mendukung pencapaian target bauran energi nasional.

Bungin Island, located in Alas District, Sumbawa Regency, is one of the most densely populated islands in the world, with access to electricity still dependent on diesel power plants (PLTD). Increased energy demand in this region poses serious challenges, particularly in terms of high operational costs, dependence on fossil fuels, and environmental impacts. This study proposes the implementation of a hybrid energy system based on Solar Power Plants (SPP) and PLTD as a sustainable alternative solution. Through simulations using HOMER software, the system was analyzed based on key parameters such as energy efficiency, Levelized Cost of Energy (LCOE), and Net Present Cost (NPC). The simulation results show that integrating PLTS can increase system efficiency by 99.8% and significantly reduce CO₂ emissions. The LCOE of the hybrid system is also more competitive than that of a pure PLTD system. The practical implications of this study indicate that the hybrid system can serve as a reliable, cost-effective, and environmentally friendly energy solution for remote areas like Bungin Island, while also supporting the achievement of national energy mix targets.

Corresponding Author:

Imam Syaukani

Teknik Sistem Energi, Universitas Teknologi Sumbawa NTB Sumbawa, Indonesia

Jl. Raya Olat Maras, Batu Alang, Moyo Hulu., Sumbawa Besar, Nusa Tenggara Barat, Indonesia 20218

Email: imam.syaukani@uts.ac.id

PENDAHULUAN

Energi merupakan komponen fundamental dalam menunjang aktivitas kehidupan modern, dan dari berbagai jenis energi yang ada, energi listrik menempati posisi vital dalam mendukung produktivitas

ekonomi, mobilitas sosial, hingga kualitas hidup manusia. Menurut Jaenul et al. (2022), energi listrik menjadi pilihan utama karena kemudahan dalam konversi ke bentuk energi lain, serta fleksibilitas penggunaannya yang tinggi di berbagai sector mulai dari rumah tangga, industri, transportasi hingga layanan publik.

Namun demikian, hingga saat ini sebagian besar suplai energi listrik global, terutama di negara berkembang, masih bergantung pada sumber energi konvensional berbasis bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Energi listrik konvensional ini umumnya diperoleh melalui pembakaran bahan bakar yang kemudian dikonversi menjadi energi mekanik dan akhirnya menjadi energi listrik (Eka Sari, 2024). Meskipun metode ini telah lama digunakan dan terbukti efektif secara teknis, ketergantungan pada bahan bakar fosil membawa tantangan serius, seperti emisi gas rumah kaca, polusi udara, degradasi lingkungan, serta kenaikan harga energi akibat keterbatasan sumber daya alam yang tidak terbarukan (Syahputra et al., 2024). Terlebih, pembangunan pembangkit berbasis fosil yang dekat dengan pemukiman memperburuk dampak ekologis dan sosial.

Di tengah urgensi tersebut, transisi energi menuju sumber energi terbarukan menjadi strategi krusial untuk mewujudkan sistem energi yang berkelanjutan, berkeadilan, dan ramah lingkungan. Salah satu bentuk energi terbarukan yang menjanjikan di wilayah tropis seperti Indonesia adalah energi surya. Teknologi panel surya (solar photovoltaic) memungkinkan konversi energi radiasi matahari langsung menjadi energi listrik tanpa proses pembakaran, tanpa emisi, serta minim perawatan (Syaiful Alim et al., 2023). Namun, meskipun potensinya besar, pemanfaatan energi surya menghadapi tantangan teknis dan ekonomis, khususnya terkait fluktuasi radiasi matahari (insolasi), keterbatasan data iklim mikro-lokal, serta kebutuhan konfigurasi sistem yang presisi agar dapat optimal secara teknis dan efisien secara biaya.

Di Indonesia, masih terdapat banyak wilayah terpencil yang belum terlayani secara memadai oleh jaringan listrik nasional (off-grid area), termasuk Pulau Bungin, yang secara geografis dan administratif terisolasi. Hingga saat ini, Pulau Bungin masih mengandalkan PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel) sebagai sumber utama kelistrikannya. PLTD memang mampu menyediakan listrik secara cepat, namun konsekuensinya adalah ketergantungan tinggi pada bahan bakar fosil, biaya operasional yang mahal, serta tingkat emisi yang tinggi. Sayangnya, perhatian terhadap pemenuhan kebutuhan energi Pulau Bungin masih sangat terbatas. Belum ada kajian teknis atau penelitian akademis yang secara spesifik mengkaji alternatif energi terbarukan di wilayah tersebut.

Satu-satunya inisiatif energi terbarukan yang pernah dilakukan di wilayah ini adalah oleh New Energy Nexus Indonesia bekerja sama dengan Olata Marast Power UTS, namun proyek tersebut lebih berfokus pada pengembangan perahu listrik (electric boat), bukan sistem energi untuk pemenuhan kebutuhan listrik masyarakat secara luas. Hal ini menyebabkan keterbatasan data energi yang signifikan, baik dari sisi kebutuhan energi aktual, potensi radiasi surya, maupun peta konsumsi energi rumah tangga di Pulau Bungin.

Dengan kondisi tersebut, studi ini menjadi sangat relevan dan signifikan, yaitu untuk mengevaluasi potensi implementasi energi surya di Pulau Bungin melalui simulasi sistem panel surya yang terintegrasi dengan kondisi lokal. Pendekatan berbasis simulasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi konfigurasi teknis yang paling efisien dan optimal dengan memperhitungkan kondisi geografis, kebutuhan beban listrik, serta intensitas insolasi yang tersedia. Lebih jauh, hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi referensi awal (baseline data) bagi pengambil kebijakan, NGO, dan investor energi untuk mengembangkan sistem energi bersih di wilayah kepulauan terpencil Indonesia.

URAIAN TEORI

Salah satu aplikasi yang banyak digunakan adalah HOMER (Wibowo et al., 2024). Penulis berupaya mengaplikasikan perangkat lunak tersebut pada perancangan System Hybrid agar tercipta sistem yang ideal.

Hybrid System

Pembangkit listrik yang menggunakan konversi fotovoltaik dalam memanfaatkan energi surya atau lebih umum dikenal sebagai sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Hybrid system adalah

penggabungan kelebihan kedua sistem sebelumnya yang pada umumnya menjadi salah satu opsi dalam berbagai pengembangan sumber energi di Indonesia (SW et al., 2023). Sistem ini dapat lebih meringankan masyarakat dalam penggunaannya, terutama pada pembiayaan, karena memiliki sumber pilihan atau alternatif dalam kebutuhan energi setiap hari. System hybrid ini sangat cocok digunakan untuk konsumen yang ingin memiliki cadangan tenaga listrik, karena memiliki dua sumber energi listrik, sekali lagi system ini sangat opsional, yang dimana konsumen bisa menerima sumber energi listrik berbeda sebagai sumber utama pensuplai beban.

Panel Surya

Matahari merupakan sumber energi utama yang memberikan sumber tanpa batas ke permukaan bumi. Energi radiasi matahari dirubah menjadi energi listrik dengan mempergunakan PLTS (pembangkit listrik tenaga surya) atau disebut dengan photovoltaic yang terbuat dari bahan semikonduktor atau sering disebut solar cell. Solar cell atau modul photovoltaic adalah perangkat yang terdiri dari beberapa bahan semikonduktor, sehingga pada penggunaannya menghasilkan aliran-alira Listrik sebagai sumber DC (Pawitra Teguh Dharma Priatam et al., 2021).

Baterai

Battery merupakan alat yang digunakan untuk menyimpan sumber energi listrik melalui proses pengisian elemn-elemen elektro kimia, dan berdasarkan perhitungan tertentu diketahui bahwa sistem baterai memiliki jumlah baterai sesuai beban atau kebutuhan yang diinginkan, sehingga pemasangan secara seri dan parallel akan diketahui setelahnya. Kemudian arus supply yang berasal dari battery adalah arus searah atau disebut arus DC (Sakti et al., 2024).

Battery Charge Regulator

Battery Charge Regulator (BCR) atau sering disebut dengan Solar Charge Controller adalah salah satu perangkat elektronik yang digunakan untuk menyimapa energi matahari yang didapat dari panel surya (Angger et al., 2021). Selain itu peran lain dari Battery Charge Regulator adalah mengatur arus dalam proses pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage serta monitoring temperatur baterai yang terpakai.

Inverter

Inverter adalah salah satu perangkat power high frequency yang sangat berguna ketika digunakan di daerah yang memiliki pasokan listrik yang sangat terbatas. Karena, secara umum fungsi inverter mengubah arus listrik DC yang bisa didapatkan dari baterai, sel surya, atau sejenisnya, untuk kemudian mengkonversi tegangan yang didapat pada inputan kecil ke besar (Ardianto et al., 2024). Sehingga dapat digunakan untuk menjalankan berbagai jenis alat elektronika dan jenis alat lainnya.

Homer

Perangkat lunak HOMER Pro adalah kepanjangan dari Hybrid Optimization Model for Energy Renewable merupakan salah satu jenis aplikasi yang digunakan untuk mendesain atau merencanakan sistem pembangkit Listrik baik secara hybrid atau mandiri. Mulai dari pembangkit Listrik baik skala desa maupun utilitas pulau hingga kampus dan bahkan pangkalan militer yang terhubung dengan jaringan (Hibrida et al., 2022). Homer sendiri terhubung langsung dengan satelit NASA sehingga mampu menjangkau seluruh lokasi geografis prencanaan pembangunan pembangkit.

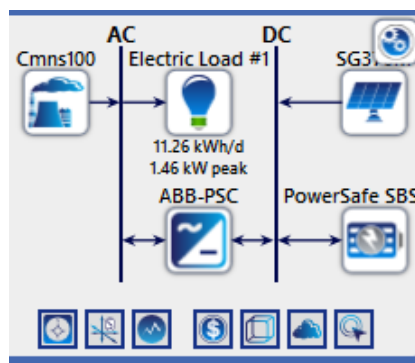
METODE PENELITIAN

Pada proses mensimulasikan perhitungan kelayakan pembangkit dengan menggunakan aplikasi HOMER, pada sisi aplikasi HOMER membutuhkan beberapa indikator yang akan menjadi masukan sebagai variabel perhitungan dalam proses simulasi yang akan dilakukan. Maka proses simulasi yang dilakukan dengan melakukan percobaan perancangan pada aplikasi, atau dianggap sebagai eksperimen

perancangan dengan penelitian yang berlokasi berbeda, tetapi memiliki masukkan komponen yang tidak jauh berbeda. Oleh karena itu penting untuk melakukan perancangan Hybrid System terlebih dahulu untuk melakukan percobaan dengan nilai yang akan menjadi masukan pada aplikasi HOMER. Dengan catatan bahwa perancangan ini sebagai asumsi untuk masukan pada aplikasi HOMER.

Simulasi Perancangan Sistem Hibrida

Dalam simulasi sistem hybrid di Pulau Bungin, komponen utama terdiri dari PLTD (Cmns100), panel surya (SG3), baterai penyimpan (PowerSafe SBS), konverter (ABB-PSC), dan beban listrik. Panel surya menghasilkan energi DC yang digunakan langsung atau disimpan di baterai, kemudian dikonversi menjadi AC oleh ABB-PSC untuk memenuhi kebutuhan beban. PLTD berfungsi sebagai sumber cadangan ketika energi dari PLTS dan baterai tidak mencukupi. Konverter mengatur aliran energi dua arah antara sumber dan beban. Hubungan antar komponen ini membentuk sistem yang efisien dan andal, serta relevan untuk memenuhi kebutuhan listrik berkelanjutan di daerah terpencil seperti Pulau Bungin.



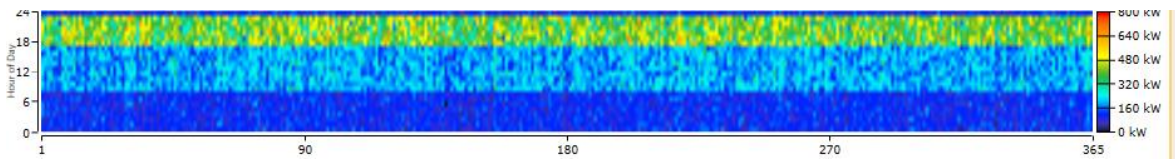
Gambar 1. Total beban perhari pulau bungin

Beban

Langkah pertama yang perlu dilakukan dalam perancangan ini adalah dengan menentukan beban total harian yang digunakan oleh masyarakat. Data beban total pada gambar 2, didapat dari fitur NASA pada aplikasi homer yang menyesuaikan dengan kondisi geografis daerah yang akan direncanakan pembangunan pembangkit, tentu akan dibuat simulasi terlebih dahulu, sehingga data yang didapat berdasarkan beban listrik rumah pada pulau bungin yang terbaca oleh NASA. Profil beban dihitung berdasarkan penggunaan per-jam, dari pulau bungin yaitu;

Hour	Load (kW)	Hour	Load (kW)
0	127.000	12	211.000
1	127.000	13	211.000
2	127.000	14	211.000
3	127.000	15	211.000
4	127.000	16	211.000
5	127.000	17	423.000
6	127.000	18	423.000
7	127.000	19	423.000
8	211.000	20	423.000
9	211.000	21	423.000
10	211.000	22	423.000

Gambar 2. Total beban perhari pulau bugin



Gambar 3. Data beban pertahun pulau bugin

Total penggunaan beban perhari rata-rata dari gambar 1 yaitu 127 kwh dan puncak beban listrik itu ada sebesar 432 kwh. Data ini diperoleh dari profil penggunaan listrik per jam pada hari biasa dan akhir pekan di Pulau Bugin yang diakases dari NASA. Kemudian data beban listrik selama setahun ditunjukkan pada gambar 3, dimana nilai pada grafik bagian kiri menunjukkan waktu, pada bagian kanan menunjukkan produkdi Listrik dan nilai pada grafik bagian bawah adalah nilai harian sampai setahun.

Panel Surya

Dalam menentukan jumlah panel surya akan dilakukan pendasaran pada total pemakaian beban per hari, total jam per hari saat peak sun hours 1000 $W/m^2/h$ dengan data rata-rata radiasi matahari pulau bugin yaitu 5,58 $kWh/m^2/day$, dan dengan kapasitas panel surya yang digunakan yaitu 320 wp. Sehingga proses perhitungan sederhana untuk menentukan jumlah panel surya adalah sebagai berikut.

$$Jumlah\ PV = \frac{423000}{320 \times 4 \times 0.76} = 434.83$$

Jadi jumlah panel surya yang berkapasitas 320 wp adalah 434,83 panel surya dengan berdaya total 3,7 kw yang akan menjadi masukan pada HOMER.

Baterai

Pada sisi penentuan jumlah baterai yang akan didasarkan total beban perhari dan kapasitas baterai yang digunakan. Kemudian baterai yang digunakan adalah baterai jenis lead acid bertegangan 12 V dan arus 83,4 Ah yang memiliki kapasitas daya sebesar 1 kWh. Sehingga proses perhitungan dalam menentukan jumlah baterai adalah sebagai berikut.

$$Jumlah\ PV = \frac{423000}{1000 \times 80\%} = 529 \text{ baterai}$$

Inverter

Dalam penentuan daya dan jumlah inverter adalah berdasarkan total beban peralatan listrik jika dikonsumsi atau dinyalakan secara bersamaan. Total semua beban listrik jika ditotal adalah 17,625 W, kemudian inverter yang digunakan berkapasitas 3 kW. Sehingga daya dan jumlah inverter yang di perlukan adalah.

$$Jumlah\ PV = \frac{17625 \times 125\%}{3000} = 7.34 \text{ atau } 8 \text{ inverter}$$

Jadi jumlah inverter yang akan digunakan pada HOMER berjumlah 8 inverter yang memiliki kapasitas 3 kW.

Location

Aplikasi HOMER memiliki fitur untuk mencari dan menentukan lokasi perencanaan pembangkit, sehingga dari data lokasi tersebut akan mengizinkan Homer mengunduh data sesuai lokasi yang ditetapkan melalui NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER).



Gambar 4. Lokasi

Economics

Pada Homer Data masukan pada jendela ekonomi berupa nilai diskon, nilai inflasi, lamanya proyek dan mata uang. Karna lokasi proyek di Indonesia, maka mata uang adalah rupiah, tingkat diskon 4,50% dan tingkat inflasi 2,19% diperoleh melalui data dari Bank Indonesia pada tahun 2024, dan lamanya proyek yang telah diasumsikan adalah 20 tahun.

Gambar 5. Ekonomi

Solar GHI And Temperature Resource

Salah satu kelebihan aplikasi HOMER adalah tersedianya fitur untuk mengunduh data radiasi matahari berdasarkan lokasi yang telah ditentukan. Proses ini sama seperti ketika menentukan lokasi perencanaan pembangkit, tahap mengunduh data informasi radiasi matahari melalui NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER), New Energy Nexus Indonesia dan juga melihat data radiasi matahari dari BMKG sebagai acuan. Data radiasi matahari yang diperoleh merupakan rata-rata radiasi perbulan, sehingga data rata-rata radiasi perhari pulau bugin dalam satu tahun adalah 5.7 kWh/m²/day dan rata-rata tempratur pada lokasi yang ditentukan adalah 28°C.

Electrical Load Setting

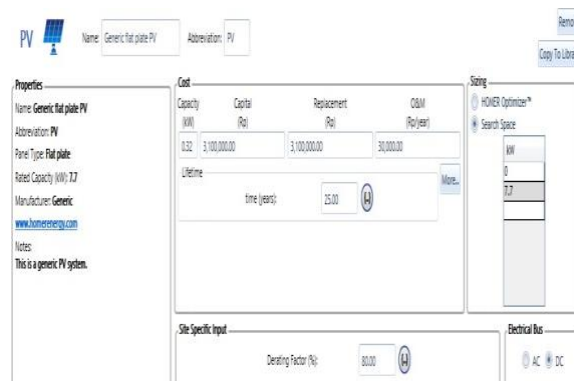
Berdasarkan beban listrik yang sudah ditentukan, dapat diperoleh asumsi pemakaian beban Listrik dalam hitungan jam yang digunakan sebagai profile beban tahunan untuk masukan pada HOMER Seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 6. Pengaturan Beban

PV (Photovoltaics)

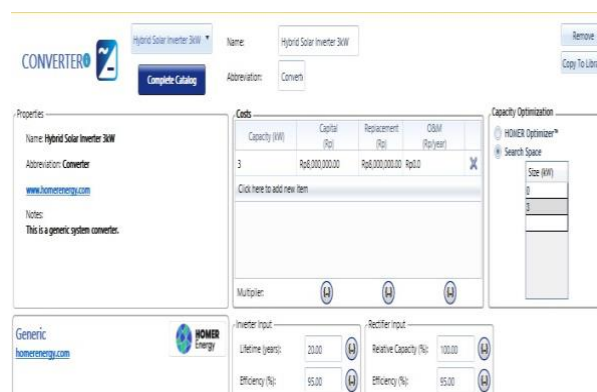
Gambar 5 merupakan jendela yang berfungsi untuk mengatur masukkan panel surya yang akan digunakan dari sisi kapasitas, harga dan ekonomisnya pada perancangan pembangkit.



Gambar 7. Masukkan Panel Surya

Converter

Pada Gambar 6 menunjukkan masukkan perancangan sistem tenaga surya, penentuan penggunaan inverter dilakukan berdasarkan total pemakaian beban listrik lokasi yang menjadi tujuan perencanaan. Sesuai dengan perhitungan yang dilakukan, bahwa inverter yang digunakan yaitu inverter berkapasitas 3 kW.



Gambar 8. Masukkan Panel Surya

PEMBAHASAN

Berisikan pembahasan hasil penelitian yang dijabarkan untuk menjawab hipotesis penelitian dengan menyajikan hasil penelitian yang dikaitkan dengan temuan penelitian di lapangan, pendapat para ahli, teori yang berkaitan hingga penelitian terdahulu yang mendukung penelitian ini.

Hasil Simulasi Homer

Simulasi merupakan proses yang dilakukan untuk mendapatkan skema sistem terbaik pada

aplikasi HOMER. Pada tahap mensimulasikan permodelan yang dirancang secara khusus, maka proses mencari design sistem optimal yang dilakukan oleh HOMER adalah untuk menunjukkan kemungkinan terbaik pada sistem. Pada tahap pengoptimalan pada aplikasi, HOMER melakukan proses konfigurasi sistem yang telah dibuat berdasarkan perencanaan.

Konfigurasi yang dilakukan signifikan terlihat pada perbedaan pada pemakaian komponen. Hasil konfigurasi sistem ini memiliki panel surya 7.7 kW, baterai 1 kWh berjumlah 529 baterai, converter 3 kW dan jaringan (grid). Produksi listrik pada konfigurasi ini memiliki total produksi 16.109 kWh per tahun, dan hasil simulasi yang ditunjukkan rata-rata berada pada angka layak dan memenuhi standar perencanaan pembangunan, tentu dengan tetap melakukan percobaan yang serupa pada potensi yang berbeda. Dan data yang ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2 merupakan data asumsi dari aplikasi homer yang diakses dari NASA, sehingga tetap akan ada proses penyesuaian dalam memastikan pada tahap teknis penerapan. Seperti pada penyampaian pendahuluan bahwa aplikasi homer merupakan salah satu rekomendasi perangkat dalam merencanakan pemabnunan pembangkit.

Tabel 1. Konfigurasi Produksi Listrik

<i>Production</i>	<i>kWh/yr</i>	<i>%</i>
<i>Plts bungin</i>	16,889	99.8
<i>pltd</i>	30,0	0.177
Total	16,919	100

Tabel 2. Konfigurasi Konsumsi Listrik

<i>Consumption</i>	<i>kWh/yr</i>	<i>%</i>
<i>AC Primary Load</i>	4,109	100
<i>DC Primary Load</i>	0	0
<i>Deferrable Load</i>	0	0
Total	4,109	100

Kelebihan listrik pada konfigurasi ini sebesar 12,571 kWh per tahun, dan seperti pada konfigurasi sebelumnya tidak terdapat beban listrik yang tidak terlayani, begitu juga dengan kekurangan energi per tahun. Data konsumsi beban yang tertampil pada table adalah data yang berasal dari aplikasi homer pro

Tabel 3. Konfigurasi Kelebihan Listrik

<i>Quantity</i>	<i>kWh/yr</i>	<i>%</i>
<i>Excess Electricity</i>	12,571	74.3
<i>Unmet Electric Load</i>	0	0
<i>Capacity Shortage</i>	0	0

Net Present Cost (NPC)

Hasil konfigurasi sistem yang paling optimal ditentukan oleh besarnya NPC (Net Present Cost), karena NPC adalah biaya keseluruhan sistem selama jangka waktu tertentu, untuk itu homer mengurutkan hasil optimasi dari NPC terendah. Total biaya NPC mencakup semua biaya yang dikeluarkan selama proyek berlangsung, terdiri dari biaya komponen, biaya pengganti, biaya pemeliharaan, biaya bahan bakar, biaya suku bunga, secara keseluruhan total biaya yang akan dikeluarkan berdasarkan hasil perhitungan homer ditunjukkan tabel 4. Hasil yang ditunjukkan adalah informasi dasar yang didapat untuk dipergunakan sebagai bahan pertimbangan teknis dalam pembangunan, dan sistem ini memberikan angka yang cukup baik untuk dilakuka pembangunan.

Tabel 4. Net Present Cost (NPC)

Konfigurasi Sistem	Total NPC
Konfigurasi	Rp 304,647,011.38

Renewable Fraction

Untuk hasil renewable fraction, konfigurasi sistem ini cukup bagus berdasarkan konfigurasi sistem yang dilakukan. Hal ini disebabkan karena adanya komponen baterai yang berfungsi sebagai penyimpanan, kelebihan listrik yang dihasilkan akan disimpan pada baterai, oleh karenanya terdapat juga perbedaan pada excess electricity atau kelebihan listrik. Dari kelebihan listrik yang dihasilkan oleh simulasi ini menjadi sebuah keuntungan bagi pulau bungen, tidak hanya akan mengatasi masalah kelistrikan tetapi juga mendapatkan kelebihan yang bisa dipergunakan pada aspek lain, atau memungkinkan masyarakat menjualnya pada PLN sebagai salah satu sumber pemasukkan daerah.

Tabel 5. Renewable Fraction

Kuantitas	Konfigurasi
<i>Renewable fraction</i>	99,3 %
<i>Max. renewable Penetration</i>	5,469 %
<i>Excess electricity</i>	16

Cost of Energy

Berdasarkan hasil simulasi dengan perangkat lunak HOMER, konfigurasi sistem hybrid pada skenario kedua menghasilkan nilai Cost of Energy (COE) sebesar Rp 5.735,6/kWh. Nilai ini diperoleh dari pembagian total biaya tahunan sistem sebesar Rp 23.567.780,04 terhadap total konsumsi energi tahunan sebesar 4.109 kWh.

Nilai COE tersebut dapat dikatakan kompetitif, terutama jika dibandingkan dengan biaya operasional PLTD konvensional di daerah terpencil yang umumnya lebih tinggi karena faktor distribusi bahan bakar, biaya perawatan mesin diesel, dan ketergantungan pada harga minyak. Dengan COE di bawah Rp 6.000/kWh dan Renewable Fraction sebesar 99,3%, konfigurasi ini menunjukkan bahwa hampir seluruh energi listrik yang dikonsumsi berasal dari sumber terbarukan, khususnya dari PLTS yang didukung oleh sistem penyimpanan baterai.

Secara teknis, hal ini mencerminkan keberhasilan integrasi antara panel surya dan baterai dalam memenuhi beban energi harian secara berkelanjutan. Peran PLTD menjadi sangat minimal, hanya sebagai backup dalam kondisi ekstrem, sehingga konsumsi bahan bakar fosil dapat ditekan secara signifikan.

Sementara itu, dari sisi ekonomi, nilai Net Present Cost (NPC) sistem mencapai Rp 304.647.011,38. Nilai ini mencakup semua biaya investasi awal, penggantian komponen, pemeliharaan, dan operasional sistem selama umur proyek. Meskipun NPC terlihat besar, nilai ini masih dapat diterima jika dilihat dari tingginya porsi energi terbarukan, pengurangan emisi, dan efisiensi jangka panjang yang dicapai oleh sistem. Investasi ini juga memberikan kepastian biaya energi dalam jangka panjang, berbeda dengan sistem berbasis diesel yang rentan terhadap fluktuasi harga bahan bakar, maka perhitungannya adalah seperti yang ditunjukkan dibawah.

$$COE = \frac{Rp\ 23.567.780.04}{4.109\ kWh} = Rp\ 57.356.49 / kWh$$

Tabel 6. Nilai Ekonomis

Parameter	Konfigurasi kedua
-----------	-------------------

<i>Renewable Fraction</i>	99,3 %
<i>Net Present Cost (NPC)</i>	Rp 304,647,011.38
<i>Cost Of Energy (COE)</i>	5.735,6 Rp/kWh

PENUTUP

Dari keseluruhan pembahasan dan hasil simulasi hybrid system PLTD-PLTS menggunakan HOMER ini, dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu lokasi perencanaan hybrid system PLTD-PLTS di pulau bugin memiliki potensi sumber daya matahari yang cukup besar dengan rata-rata 5,58 kWh/m²/day. Pemanfaatan energi terbarukan yang besar, bisa dilihat dari konfigurasi yang memiliki renewable fraction diatas 50%.

Simulasi sistem pembangkit hibrid PLTD eksisting dengan PLTS 40 kWp di Pulau Bugin, Sumbawa telah dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak HOMER. Dari hasil simulasi diketahui bahwa sistem pembangkit hibrid layak beroperasi dilihat dari sisi teknis, dengan energi listrik yang dihasilkan adalah 268.101 kWh/tahun. Persentase pembebanan pada sistem hibrid ini adalah 99.8% dari PLTS dan 0,177% dari PLTD. Dari segi ekonomi, Net Present Cost sistem hibrid yaitu sebesar Rp. 304.647.011,38 lebih rendah daripada NPC PLTD eksisting sebesar Rp.158,387,151,719.53 Sedangkan Levelized Cost of Energy sistem hibrid yaitu sebesar Rp. 57.356,49/kWh juga lebih rendah daripada LCOE PLTD eksisting sebesar Rp. 2.981.977.59 / kWh.

Karena penelitian ini hanya berupa simulasi melalui aplikasi homer, tentu memiliki faktor-faktor yang dapat mempengaruhi analisa perancangan, termasuk data, cuaca pesisir pulau dan potensi matahari pada beberapa musim lainnya, sehingga ini bisa menjadi bahan penelitian tambahan, dan sementara data yang digunakan penelitian ini adalah bersumber dari NASA pada aplikasi homer, maka untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan data referensi yang bersumber dari pembangkit yang sebelumnya terpasang di pulau. Kemudian diperlukan penelitian lebih lanjut tentang perancangan sistem pembangkit menggunakan energi terbarukan lainnya, karena pada aplikasi Homer memiliki beberapa jenis pembangkit energi terbarukan yang bisa dijadikan pilihan, sehingga bisa memaksimalkan potensi pulau dengan optimal.

REFERENSI

- Angger, B., Widhiawan, W., Handoko, S., & Darjat, D. (2021). *PERANCANGAN SISTEM CHARGING BATERAI MENGGUNAKAN BUCK-BOOST CONVERTER DENGAN SUMBER PANEL SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO NANO* (Vol. 10, Issue 1). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>
- Ardianto, F., Alfarezi, B., Taufik, T., & Aziz, M. W. (2024). Aplikasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1200 WP Terhadap Beban Pompa Air Menggunakan Homer Pro Di Desa Pandan Arang. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPKA)*, 6(2), 39. <https://doi.org/10.33087/jepca.v6i2.99>
- Eka Sari, A. (2024). Potensi energi terbarukan pengganti bahan bakar fosil. In *Maliki Interdisciplinary Journal (MIJ) eISSN* (Vol. 2, Issue 11). <http://urj.uin-malang.ac.id/index.php/mij/index>
- Jaenul, A., Manfaluthy, M., Pramodja, Y., & Anjara, F. (2022). Pembuatan Sumber Listrik Cadangan Menggunakan Panel Surya Berbasis Internte of Things (IoT) dengan Beban Lampu dan Peralatan Listrik. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST)*, 1(3), 143–156. <https://journal.formosapublisher.org/index.php/fjst>

- Pawitra Teguh Dharma Priatam, P., Fitra Zambak, M., & Harahap, P. (2021). *Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP*. 4(1), 48–54. <https://doi.org/10.30596/rele.v4i1.7825>
- Syahputra, I., Rahmat, M., & Kunci, K. (2024). *Sains dan Ilmu Terapan Optimalisasi Penggunaan Energi Terbarukan dalam Sistem Pembangkit Listrik Hibrida untuk Komunitas Pedesaan*. <https://doi.org/10.69688/juksit.v3i1.52>
- Syaiful Alim, M., Thamrin, S., & Laksmono, R. W. (2023). *Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Alternatif Ketahanan Energi Nasional Masa Depan*. 4(3), 2427–2435. <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i2.1480>
- SW, R. (2023). ANALISIS PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID DENGAN HOMER PRO DI PANTAI LIANG AMBON MALUKU. *Majalah Ilmiah Suara Patra*, 13(2), 15–32. <https://doi.org/10.37525/sp/2023-2/453>
- Sakti, B., Burhandenny, A. E., Utomo, R. M., Nugroho, H., & Wirawan, A. P. (2024). Analysis Potential of Solar and Wind as Power Plant in Bontang Kuala Using Software Homer. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 8(1), 46–59. <https://doi.org/10.21070/jeeeu.v8i1.1670>
- Wibowo, A., Triwiyatno, A., Alvin, Y., & Soetrisno, A. (n.d.). Perancangan Mikrogrid di Pulau Tunda Menggunakan Aplikasi HOMER Pro. *JPII*, 2(4), 252–256. <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24583>