

Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Hybrid Menggunakan Aplikasi Homer Pro

Aljalil^{1*}, Nita Nurdiana², Perawati³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Palembang, Jl. Jen A. Yani Lr. Gotong Royong 9/10 Ulu, Palembang Telp. 0711-510043

Keywords:

PLTS hybrid;
HOMER Pro;
Net Present Cost;
Cost of Energy.

Correspondent Email:

nurdiana78@univpgri-palembang.ac.id



Copyright © [JPI](#) (Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung).

Abstrak. Kebutuhan listrik gedung pemerintahan memerlukan pasokan yang stabil, efisien, dan mendukung transisi energi bersih. Penelitian ini merencanakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) hybrid pada Gedung Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI) menggunakan HOMER Pro. Metode yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif melalui pengumpulan data beban listrik, radiasi matahari, suhu udara, spesifikasi komponen, perhitungan teknis-ekonomis, dan simulasi sistem. Hasil perhitungan menunjukkan kebutuhan energi sebesar 133,49 kWh/hari dengan rancangan 64 panel surya 550 Wp atau 35,2 kWp, 19 unit baterai LiFePO₄ 48 V 200 Ah, dan inverter 25 kW. Simulasi HOMER Pro menghasilkan konfigurasi PV 35,2 kW, 19 baterai, konverter 20 kW, Net Present Cost Rp1,18 miliar, Cost of Energy Rp2.046/kWh, operating cost Rp42,7 juta/tahun, serta renewable fraction 92,5%. Sistem dinilai layak secara teknis sebagai alternatif suplai listrik gedung, dengan catatan investasi awal dan biaya operasi tetap perlu dikaji pada tahap implementasi.

Abstract. Office buildings require electricity supply that is stable, efficient, and aligned with clean-energy transition targets. This study designs a hybrid solar photovoltaic system for the Environmental Agency Building of Penukal Abab Lematang Ilir (PALI) Regency using HOMER Pro. A descriptive quantitative method was applied by collecting electrical load data, solar radiation, ambient temperature, component specifications, technical-economic calculations, and system simulation. The calculation results show a daily energy demand of 133.49 kWh/day, requiring 64 solar modules of 550 Wp or 35.2 kWp, 19 LiFePO₄ batteries of 48 V 200 Ah, and a 25 kW inverter. The HOMER Pro simulation produced an optimal configuration consisting of 35.2 kW PV, 19 batteries, a 20 kW converter, a net present cost of IDR 1.18 billion, a cost of energy of IDR 2,046/kWh, an operating cost of IDR 42.7 million/year, and a renewable fraction of 92.5%. Technically, the system is feasible as an alternative electricity supply for office buildings, although implementation requires careful consideration of capital and operating costs

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik pada gedung pemerintahan meningkat seiring bertambahnya aktivitas administrasi, penggunaan perangkat elektronik, serta kebutuhan pelayanan publik yang menuntut kontinuitas pasokan. Di sisi lain, penyediaan energi listrik nasional masih menghadapi tekanan karena ketergantungan terhadap sumber energi fosil dan kebutuhan

pengurangan emisi. Pemerintah Indonesia menempatkan energi baru terbarukan sebagai agenda penting melalui target bauran EBT sebesar 23% pada tahun 2025 [1]. Kondisi ini membuat pemanfaatan energi surya relevan untuk dikaji pada gedung pemerintahan, terutama karena Indonesia memiliki potensi teknis tenaga surya yang besar dan dapat dimanfaatkan melalui instalasi PLTS atap [2].

PLTS memiliki karakteristik modular, relatif mudah dipasang pada bangunan, dan tidak menghasilkan emisi langsung selama operasi. Akan tetapi, keluaran daya PLTS bersifat intermiten karena dipengaruhi radiasi matahari, suhu, kondisi cuaca, dan pola pemakaian beban. Untuk menjaga keandalan sistem, PLTS dapat diintegrasikan dengan baterai dan jaringan PLN dalam konfigurasi hybrid. Konsep serupa menekankan pentingnya perancangan berbasis kebutuhan energi aktual dan prinsip keinsinyuran berkelanjutan [3].

Perencanaan PLTS hybrid memerlukan analisis teknis dan ekonomis agar kapasitas panel, baterai, inverter, serta biaya sistem tidak ditentukan secara spekulatif. Sejumlah studi menunjukkan bahwa HOMER Pro efektif digunakan untuk mengoptimasi konfigurasi sistem energi hybrid berdasarkan profil beban, sumber daya energi, parameter biaya, serta indikator seperti Net Present Cost (NPC), Cost of Energy (COE), dan Renewable Fraction (RF) [4],[8]. Kebaruan artikel ini terletak pada penerapan perencanaan PLTS hybrid berbasis data aktual gedung Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten PALI dengan kombinasi perhitungan manual dan simulasi HOMER Pro, sehingga hasilnya dapat menjadi rujukan awal bagi penerapan energi surya di lingkungan pemerintahan daerah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. PLTS Hybrid dan Komponen Utama

Sistem PLTS hybrid merupakan integrasi panel fotovoltaik, penyimpanan energi, konverter/inverter, sistem kontrol, dan sumber pendukung seperti jaringan PLN. Panel fotovoltaik menghasilkan arus searah (DC) yang dapat digunakan untuk mengisi baterai atau dikonversi menjadi arus bolak-balik (AC) melalui inverter. Baterai berfungsi meredam fluktuasi daya dan menyuplai beban ketika produksi PLTS menurun, sedangkan PLN berperan sebagai cadangan agar unmet load tetap dapat ditekan.

Dalam analisis teknis, parameter utama meliputi kebutuhan energi harian, kapasitas PV, kapasitas baterai, kapasitas konverter, produksi energi tahunan, excess electricity, unmet load, dan renewable fraction. Studi hybrid renewable energy pada konteks kampus dan pelabuhan menunjukkan bahwa simulasi berbasis HOMER dapat mengidentifikasi konfigurasi

dengan keseimbangan antara biaya, keandalan, dan kontribusi energi terbarukan [6], [7], [10].

2.2. HOMER Pro dan Indikator Ekonomi

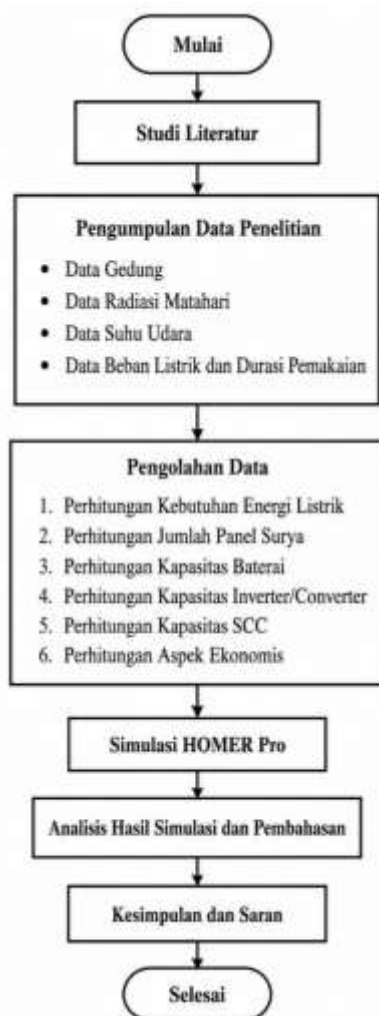
HOMER Pro digunakan untuk memodelkan dan mengoptimasi sistem energi terdistribusi, baik stand-alone maupun grid-connected. Perangkat ini mengevaluasi banyak kombinasi komponen berdasarkan batasan teknis, biaya investasi, biaya operasi, tingkat diskonto, umur proyek, dan profil beban. HOMER kemudian mengurutkan konfigurasi berdasarkan kriteria keekonomian, terutama NPC dan COE [9], [15].

Secara ekonomi, NPC merepresentasikan seluruh biaya siklus hidup sistem dalam nilai sekarang, sedangkan COE menunjukkan biaya rata-rata listrik per kWh yang dihasilkan atau dilayani sistem. Pada sistem dengan baterai, akurasi analisis juga dipengaruhi asumsi umur baterai, efisiensi, kedalaman pelepasan, serta biaya penggantian. Literatur tentang model baterai dan sistem PV-battery menegaskan bahwa parameter biaya dan degradasi baterai perlu diperhatikan agar hasil simulasi tidak terlalu optimistis [11], [12].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Objek penelitian adalah Gedung Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI), Sumatera Selatan. Data yang digunakan meliputi data gedung, data beban listrik harian, durasi pemakaian peralatan, radiasi matahari, suhu udara, spesifikasi panel, baterai, inverter/konverter, SCC, tarif PLN, dan biaya komponen.

Tahapan penelitian dimulai dari studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data teknis-ekonomis, pemodelan sistem pada HOMER Pro, simulasi, analisis hasil, kemudian penarikan kesimpulan. Alur tersebut ditampilkan pada Gambar 1 agar rancangan penelitian dapat dipahami sebagai proses sistematis dari input data hingga evaluasi hasil.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3.1. Perhitungan dan Simulasi

Kebutuhan energi listrik harian dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian daya setiap peralatan dan durasi pemakaian. Kapasitas PV dihitung berdasarkan kebutuhan energi, lama penyinaran efektif, dan faktor rugi sistem. Kapasitas baterai dihitung dari kebutuhan energi, tegangan sistem, depth of discharge, efisiensi, dan target autonomy. Kapasitas inverter ditentukan dari beban puncak dengan margin keamanan.

$$E_{load} = (P_i \times t_i)$$

$$N_{pv} = \frac{E_{load}}{P_{pv} \times H_s \times \eta_{system}}$$

$$C_{batt} = \frac{E_{load} \times N_{aut}}{V_{batt} \times DOD \times \eta_{batt}}$$

$$COE = \frac{C_{tahunan}}{E_{tahun}}$$

Simulasi HOMER Pro dilakukan dengan memasukkan profil beban harian 133,49 kWh/hari, beban puncak 18,76 kW, kapasitas PV 35,2 kWp, baterai LiFePO4 48 V 200 Ah, konverter, jaringan PLN, tarif listrik Rp1.699,53/kWh, tingkat diskonto 10,21%, inflasi 2,69%, dan umur proyek 25 tahun. Kriteria evaluasi meliputi NPC, COE, operating cost, produksi energi tahunan, energy purchased dari PLN, unmet load, battery autonomy, dan RF.

Tabel 1. Ringkasan data input penelitian.

Parameter	Nilai
Lokasi	Gedung DLH Kabupaten PALI, Sumatera Selatan
Dimensi gedung	Panjang 27 m; lebar 18 m; 14 ruangan; luas atap 561,2 m ²
Radiasi matahari rata-rata	4,9342 kWh/m ² /hari
Suhu udara rata- rata	25,87 °C
Kebutuhan energi harian	133,49 kWh/hari
Beban puncak	18,76 kW
Tarif listrik PLN	Rp1.699,53/kWh
Umur proyek	25 tahun

Tabel 2. Data radiasi matahari dan suhu udara bulanan lokasi penelitian.

Bulan	Radiasi (kWh/m ² /hari)	Suhu (°C)
Januari	4,5336	25,45
Februari	4,5792	25,57
Maret	5,1266	25,97
April	5,2253	26,32
Mei	4,9538	26,34
Juni	4,8149	25,80
Juli	4,7986	25,43
Agustus	5,0690	25,51
September	5,2164	25,89
Oktober	5,0830	26,28
November	5,0486	26,21
Desember	4,7479	25,63
Rata-rata	4,9342	25,87

Data radiasi pada Tabel 2 menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki potensi surya yang relatif stabil sepanjang tahun. Nilai rata-rata 4,9342 kWh/m²/hari cukup memadai untuk perencanaan PLTS atap, meskipun variasi bulanan tetap perlu dipertimbangkan pada simulasi agar produksi energi tahunan tidak hanya bergantung pada asumsi harian rata-rata.

Dari sisi suhu, nilai rata-rata 25,87 °C masih berada pada rentang operasional yang umum untuk modul fotovoltaik. Walaupun demikian, kenaikan suhu modul di lapangan dapat menurunkan performa aktual, sehingga faktor derating 80% digunakan dalam pemodelan sebagai margin terhadap rugi suhu, rugi kabel, rugi inverter, debu, dan faktor instalasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

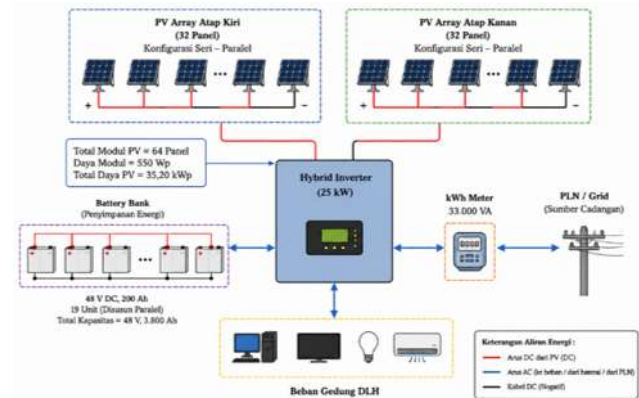
4.1. Hasil Perhitungan Teknis

Berdasarkan inventarisasi beban gedung, kebutuhan energi listrik harian diperoleh sebesar 133.488 Wh/hari atau 133,49 kWh/hari. Beban dominan berasal dari AC, perangkat komputer, laptop, lampu, dan peralatan pendukung kantor. Dengan menggunakan panel 550 Wp dan mempertimbangkan rugi sistem, kapasitas PLTS yang direncanakan adalah 35,2 kWp atau 64 unit panel.

Kapasitas baterai yang dibutuhkan mencapai 3.659,21 Ah dengan rancangan 19 unit baterai LiFePO₄ 48 V 200 Ah. Kapasitas inverter manual ditetapkan 23,7 kW dan dipilih inverter 25 kW agar mampu melayani beban puncak serta menyediakan margin keamanan. Rekapitulasi perhitungan teknis ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil perhitungan teknis sistem PLTS hybrid.

No	Parameter	Hasil
1	Kebutuhan energi listrik harian	133.488 Wh/hari / 133,488 kWh/hari
2	Jumlah panel surya	64 unit
3	Total kapasitas panel surya	35.200 Wp / 35,2 kWp
4	Kapasitas baterai	3.659,21 Ah
5	Ketahanan baterai	24 jam
6	Kapasitas inverter	23.745 W / 23,7 kW
7	Kapasitas SCC	916,66 A



Gambar 2. Skema sistem PLTS hybrid yang direncanakan.

Gambar 2 memperlihatkan skema kerja sistem PLTS hybrid yang terdiri atas panel surya, baterai, inverter atau konverter, beban listrik gedung, dan jaringan PLN sebagai sumber pendukung. Panel surya berfungsi menghasilkan energi listrik dari radiasi matahari, kemudian energi tersebut digunakan untuk menyuplai beban dan mengisi baterai. Ketika produksi energi dari panel surya tidak mencukupi, baterai dan jaringan PLN berperan sebagai sumber cadangan agar pasokan listrik tetap stabil. Skema ini menunjukkan bahwa sistem hybrid dirancang untuk meningkatkan keandalan suplai energi pada gedung pemerintahan.

4.2. Hasil Perhitungan Ekonomis Manual

Total investasi awal berdasarkan harga komponen yang digunakan dalam skripsi adalah Rp781.947.550. Dengan asumsi biaya operasi dan pemeliharaan sebesar 1% dari investasi awal, kebutuhan energi tahunan 48.723,12 kWh/tahun, dan produksi PLTS tahunan 49.336,32 kWh/tahun, perhitungan manual menghasilkan payback period sekitar 10 tahun. Hasil manual ini berfungsi sebagai pembandingan awal sebelum sistem dievaluasi menggunakan HOMER Pro.

Nilai COE manual yang sangat rendah dibanding hasil HOMER perlu dibaca secara hati-hati karena pendekatan manual hanya membagi biaya O&M tahunan terhadap energi tahunan, sedangkan HOMER memasukkan skenario operasi, pembelian energi grid, biaya siklus hidup, dan parameter keekonomian proyek. Perbedaan pendekatan ini lazim terjadi

pada perbandingan simulasi dan perhitungan teoritis, terutama untuk sistem dengan baterai dan jaringan pendukung [5], [11], [13].

Tabel 4. Estimasi biaya komponen utama sistem PLTS hybrid.

No	Komponen	Jumlah	Harga/Unit (Rp)	Total (Rp)
1	Panel Surya 550 Wp	64	2.598.500	166.304.000
2	Baterai LiFePO4 48 V 200 Ah	19	25.652.650	487.400.350
3	Inverter Hybrid 25 kW	1	58.000.000	58.000.000
4	SCC 100 A	10	2.024.320	20.243.200
5	Biaya instalasi pemasangan	-	-	50.000.000
Total investasi awal				781.947.550

Tabel 5. Rekapitulasi hasil perhitungan ekonomis manual.

No	Parameter Ekonomis	Nilai
1	Total investasi awal	Rp781.947.550
2	Biaya O&M per tahun	Rp7.819.475,5
3	Kebutuhan energi listrik tahunan	48.723,12 kWh/tahun
4	Produksi energi PLTS tahunan	49.336,32 kWh/tahun
5	Renewable Fraction teoritis	100%
6	Tarif listrik PLN	Rp1.699,53/kWh
7	Penghematan biaya listrik per tahun	Rp82.806.404
8	Payback Period	10 tahun
9	Cost of Energy manual	Rp160,48/kWh
10	Net Present Cost manual	Rp851.794.503

Estimasi biaya pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa baterai menjadi komponen dengan porsi investasi paling besar. Kondisi ini umum terjadi pada sistem hybrid yang menargetkan kemandirian daya tinggi, karena penyimpanan energi harus cukup untuk menjaga pasokan saat produksi PV menurun. Implikasi praktisnya, optimasi kapasitas baterai sangat menentukan kelayakan ekonomi sistem.

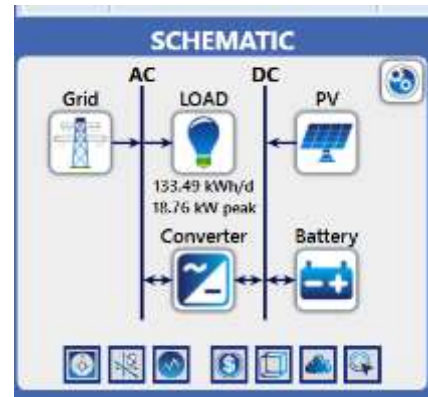
Rekapitulasi pada Tabel 5 menunjukkan bahwa sistem memiliki potensi penghematan biaya listrik tahunan, tetapi tetap memerlukan modal awal cukup besar. Pada tahap

implementasi, analisis ekonomi sebaiknya dilengkapi sensitivitas harga baterai, tarif listrik, tingkat diskonto, penurunan performa modul, serta skema pembiayaan agar keputusan investasi lebih akurat.

4.3. Hasil Simulasi HOMER Pro

HOMER Pro memilih konfigurasi PV 35,2 kW, 19 unit baterai, konverter 20 kW, serta koneksi grid PLN. Konfigurasi ini memenuhi kebutuhan beban dengan unmet load 0 kWh/tahun. Nilai RF 92,5% menunjukkan bahwa porsi energi terbarukan dominan, meskipun sistem tetap membeli energi dari jaringan PLN sebesar 3.822 kWh/tahun untuk menjaga keandalan pasokan.

Hasil optimasi pada Gambar 3 memperlihatkan NPC Rp1,18 miliar, COE Rp2.046/kWh, operating cost Rp42,7 juta/tahun, dan renewable fraction 92,5%. Nilai ini lebih konservatif daripada perhitungan manual karena HOMER menghitung biaya sistem selama umur proyek, operasi jaringan, dan kontribusi komponen dalam profil beban tahunan.



Gambar 3. Skema Sistem PLTS hybrid pada HOMER Pro

Gambar 3 menampilkan arsitektur sistem PLTS hybrid yang dimodelkan dalam aplikasi HOMER Pro. Komponen utama yang dimasukkan ke dalam model meliputi photovoltaic, baterai, converter, grid PLN, dan beban listrik gedung. Pemodelan ini bertujuan untuk menggambarkan hubungan antar-komponen dalam sistem energi, sehingga HOMER Pro dapat melakukan simulasi berdasarkan profil beban, potensi radiasi matahari, kapasitas komponen, serta parameter biaya yang telah ditentukan. Arsitektur ini

menjadi dasar dalam proses optimasi konfigurasi sistem.



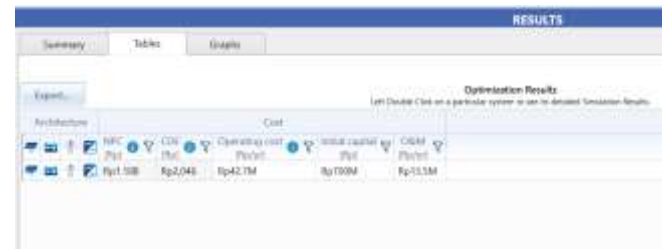
Gambar 4. Hasil optimasi sistem PLTS hybrid pada HOMER Pro.

Gambar 4 menunjukkan hasil optimasi sistem PLTS hybrid berdasarkan simulasi HOMER Pro. Hasil tersebut memperlihatkan konfigurasi sistem yang dinilai paling optimal dari sisi teknis dan ekonomis. Parameter utama yang ditampilkan meliputi kapasitas photovoltaic, jumlah baterai, kapasitas converter, nilai Net Present Cost, Cost of Energy, biaya operasi tahunan, serta Renewable Fraction. Gambar ini penting karena menjadi bukti bahwa rancangan sistem mampu memenuhi kebutuhan energi gedung dengan kontribusi energi terbarukan yang dominan dan tetap mempertimbangkan aspek biaya selama umur proyek.



Gambar 5. Ringkasan teknis produksi dan konsumsi energi pada HOMER Pro.

Gambar 5 memperlihatkan ringkasan teknis hasil simulasi, terutama hubungan antara produksi energi, konsumsi energi, kontribusi photovoltaic, penggunaan energi dari grid PLN, excess electricity, unmet load, dan battery autonomy. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem PLTS hybrid mampu memenuhi kebutuhan beban listrik gedung tanpa kekurangan energi. Nilai unmet load sebesar 0 kWh/tahun menandakan bahwa sistem memiliki tingkat keandalan yang baik. Kontribusi energi dari PLTS juga jauh lebih dominan dibandingkan energi dari PLN, sehingga sistem ini berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional.



Gambar 6. Ringkasan ekonomi hasil simulasi HOMER Pro.

Gambar 6 menyajikan ringkasan hasil analisis ekonomi sistem PLTS hybrid berdasarkan simulasi HOMER Pro. Parameter ekonomi yang ditampilkan meliputi Initial Capital, Net Present Cost, Cost of Energy, Operating Cost, serta komponen biaya lain selama umur proyek. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan PLTS hybrid memerlukan investasi awal yang cukup besar, terutama karena adanya komponen panel surya, baterai, dan converter. Meskipun demikian, hasil simulasi memberikan gambaran bahwa sistem ini layak dipertimbangkan sebagai alternatif penyediaan energi listrik gedung karena mampu menghasilkan kontribusi energi terbarukan yang tinggi dan mendukung efisiensi energi dalam jangka panjang.

Tabel 6. Ringkasan hasil simulasi teknis dan ekonomi HOMER Pro.

Parameter	Nilai
Kapasitas PV	35,2 kW
Jumlah baterai	19 unit
Kapasitas konverter	20 kW
Produksi energi total	54.594 kWh/tahun
Konsumsi energi listrik	51.107 kWh/tahun
Produksi energi PV	50.771 kWh/tahun
Energi dari grid PLN	3.822 kWh/tahun
Excess electricity	948 kWh/tahun / 1,74%
Unmet load	0 kWh/tahun / 0%
Battery autonomy	26,2 jam
Renewable Fraction	92,5%
Initial Capital	Rp700.000.000
Net Present Cost	Rp1.180.000.000
Cost of Energy	Rp2.046/kWh
Operating Cost	Rp42.700.000/tahun

4.4. Perbandingan Perhitungan Manual dan HOMER Pro

Perbandingan hasil menunjukkan bahwa kapasitas PV dan jumlah baterai antara perhitungan manual dan simulasi relatif konsisten. Perbedaan utama terletak pada kapasitas konverter, investasi awal, NPC, COE,

dan RF. HOMER Pro memilih konverter 20 kW karena kapasitas tersebut dinilai cukup melayani beban puncak secara ekonomis, sedangkan perhitungan manual menggunakan margin lebih besar sehingga menghasilkan rekomendasi inverter 25 kW.

Dari sisi ekonomi, NPC hasil HOMER lebih tinggi daripada perhitungan manual karena perangkat lunak memperhitungkan biaya sepanjang umur proyek. COE hasil simulasi Rp2.046/kWh juga lebih realistis untuk dijadikan dasar kelayakan awal dibanding COE manual, karena telah mencakup pengaruh operasi grid dan sistem penyimpanan. Meskipun demikian, nilai RF 92,5% dan unmet load 0% menunjukkan bahwa rancangan ini kuat secara teknis sebagai alternatif suplai listrik gedung pemerintahan.

Tabel 7. Perbandingan hasil perhitungan manual dan simulasi HOMER Pro.

Parameter	Perhitungan Manual	Simulasi HOMER Pro	Keterangan
Kapasitas PV	35,2 kWp	35,2 kW	Sama
Jumlah baterai	19 unit	19 unit	Sama
Inverter/Converter	25 kW	20 kW	HOMER memilih kapasitas paling ekonomis
Investasi awal	Rp781.947.550	Rp700.000.000	Berbeda karena basis biaya berbeda
NPC	Rp851.794.503	Rp1.180.000.000	HOMER menghitung biaya siklus hidup
COE	Rp160,48/kWh	Rp2.046/kWh	Pendekatan manual dan simulasi berbeda
Payback Period	10 tahun	Tidak ditampilkan	HOMER menekankan NPC, COE, dan operating cost
Renewable Fraction	100% teoritis	92,5%	HOMER menghitung kontribusi PLN

4.6. Keterbatasan dan Rekomendasi Implementasi

Penelitian ini masih berada pada tahap perencanaan dan simulasi, sehingga belum mengevaluasi performa aktual setelah instalasi. Beberapa aspek yang belum dianalisis secara mendalam adalah struktur penyangga panel, bayangan sekitar gedung, koordinasi proteksi DC dan AC, kualitas daya, harmonisa inverter, sistem monitoring real-time, serta prosedur pemeliharaan baterai. Aspek tersebut harus dikaji sebelum rancangan diterapkan di lapangan.

Rekomendasi implementasi diarahkan pada tiga tahap. Tahap pertama adalah audit teknis gedung untuk memeriksa kekuatan atap, jalur kabel, ruang baterai, ventilasi, dan titik interkoneksi PLN. Tahap kedua adalah penyusunan detail engineering design yang mencakup single line diagram, proteksi, grounding, penempatan inverter, serta prosedur keselamatan kerja. Tahap ketiga adalah pemantauan operasi minimal satu tahun agar data produksi PV, konsumsi beban, dan pembelian energi grid dapat dibandingkan dengan hasil HOMER Pro.

5. KESIMPULAN

1. Kebutuhan energi listrik Gedung DLH Kabupaten PALI adalah 133,49 kWh/hari dengan beban puncak 18,76 kW.
2. Rancangan teknis sistem PLTS hybrid terdiri atas PV 35,2 kWp atau 64 panel 550 Wp, 19 baterai LiFePO4 48 V 200 Ah, inverter manual 25 kW, dan koneksi PLN sebagai sumber pendukung.
3. Simulasi HOMER Pro menghasilkan konfigurasi PV 35,2 kW, 19 baterai, konverter 20 kW, NPC Rp1,18 miliar, COE Rp2.046/kWh, operating cost Rp42,7 juta/tahun, dan RF 92,5%.
4. Sistem secara teknis layak sebagai alternatif suplai listrik gedung karena unmet load 0% dan battery autonomy 26,2 jam, tetapi implementasi perlu mempertimbangkan investasi awal, biaya operasi, desain proteksi, dan kesiapan struktur bangunan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro Universitas PGRI Palembang, dosen pembimbing, serta Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten PALI yang telah mendukung proses pengumpulan data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, "Pemerintah Optimistis EBT 23% Tahun 2025 Tercapai," 2024. [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/>. [Accessed: Jun. 17, 2026].
- [2] Institute for Essential Services Reform, "Beyond 207 Gigawatts: Unleashing Indonesia's Solar Potential," Jakarta, Indonesia, 2021. [Online]. Available: <https://iesr.or.id/>.
- [3] M. A. Rizkiawan, T. Aisyah, and H. Ramza, "Pendekatan Profesionalisme dalam Proyek Keinsinyuran: Studi Kasus Smart Greenhouse Bertenaga Surya," *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, vol. 6, no. 2, pp. 355-362, 2025, doi: 10.23960/jpi.v6n2.259.
- [4] I. Hartopo and A. Y. Rosyadi, "Desain Sistem PLTS Hybrid dengan Pemodelan HOMER Pro dan PVSyst di Desa Semang, NTT, Indonesia," *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, vol. 10, no. 1, pp. 113-122, 2025, doi: 10.31544/jtera.v10.i1.2025.113-122.
- [5] S. D. Prasetyo, B. B. P. Pranata, M. S. Alfaridzi, Z. Arifin, C. Harsito, M. S. Mauludin, and A. Kusumawardana, "Techno-Economic Assessment of Solar Power Plants on River Land in Indonesia Using HOMER Pro," *Journal of Urban Development and Management*, vol. 3, no. 3, pp. 164-175, 2024, doi: 10.56578/judm030302.
- [6] T. M. I. Riayatsyah, T. A. Geumpana, I. M. R. Fattah, S. Rizal, and T. M. I. Mahlia, "Techno-Economic Analysis and Optimisation of Campus Grid-Connected Hybrid Renewable Energy System Using HOMER Grid," *Sustainability*, vol. 14, no. 13, Art. no. 7735, 2022, doi: 10.3390/su14137735.
- [7] G. H. Dinh, M. T. Pham, N. B. M. Tran, C. M. Tran, T. Q. Nguyen, T. T. Le, and H. P. Nguyen, "Hybrid renewable energy system design for a green port using HOMER Pro: A techno-economic assessment," *International Journal of Renewable Energy Development*, vol. 14, no. 4, pp. 767-780, 2025, doi: 10.61435/ijred.2025.61344.
- [8] S. M. S. Saumik, N. Rahman, M. A. Al Noman, R. Islam, and M. R. Ahmed, "Techno-economic investigation of a solar Photovoltaic (PV) energy model using PVSyst, Homer, RETScreen: a case study in Bangladesh," *Discover Electronics*, vol. 2, Art. no. 81, 2025, doi: 10.1007/s44291-025-00119-1.
- [9] A. S. Alayande, A. E. Emmies, I. K. Okakwu, O. K. Gbenga, and O. S. Okeolu, "Homer Pro-Based Approach for Designing and Optimizing a Grid-Tied Hybrid Renewable Energy System for a Rural Community," *Arid Zone Journal of Engineering, Technology and Environment*, vol. 21, no. 1, pp. 72-86, 2025.
- [10] D. C. Muller, S. P. Selvanathan, E. Cuce, and S. Kumarasamy, "Hybrid solar, wind, and energy storage system for a sustainable campus: A simulation study," *Science and Technology for Energy Transition*, vol. 78, Art. no. 13, 2023, doi: 10.2516/stet/2023008.
- [11] A. V. Vykhodtsev, D. Jang, Q. Wang, W. D. Rosehart, and H. Zareipour, "A review of modelling approaches to characterize lithium-ion battery energy storage systems in techno-economic analyses of power systems," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 166, Art. no. 112584, 2022, doi: 10.1016/j.rser.2022.112584.
- [12] X. Han, J. Garrison, and G. Hug, "Techno-economic analysis of PV-battery systems in Switzerland," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 158, Art. no. 112028, 2022, doi: 10.1016/j.rser.2021.112028.
- [13] J. M. Weinand, M. Hoffmann, J. Göpfert, T. Terlouw, J. Schönauf, P. Kuckertz, R. McKenna, L. Kotzur, J. Linßen, and D. Stolten, "Global LCOEs of decentralized off-grid renewable energy systems," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 183, Art. no. 113478, 2023.
- [14] International Renewable Energy Agency, "Renewable Power Generation Costs in 2024," Abu Dhabi, 2025. [Online]. Available: <https://www.irena.org/>.
- [15] UL Solutions, "HOMER Pro - Microgrid Optimization Software," 2026. [Online]. Available: <https://homerenergy.com/homer-pro>. [Accessed: Jun. 17, 2026].