



ANALISIS KELAYAKAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON-GRID PADA KOS DENGAN SIMULASI APLIKASI HOMER DI KELURAHAN KARUNRUNG

Humam Maghfirrahman¹, A. Muh. Zulfajriawan², Massikki^{3*}
^{1,2,3} Electrical Engineering Education, Universitas Negeri Makassar, Indonesia
massikki@unm.ac.id

ARTICLE HISTORY

Received :
Revised :
Accepted :



ABSTRACT

Penelitian ini mengkaji potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk satu unit kos di Kelurahan Karunrung, Makassar, dengan menggunakan software HOMER. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kelayakan teknis dan ekonomis dari pengembangan PLTS dalam memenuhi kebutuhan energi penghuni kos. Data radiasi matahari harian menunjukkan bahwa Kelurahan Karunrung memiliki potensi yang baik dengan rata-rata radiasi sekitar 5,5 kWh/m². Dengan asumsi kebutuhan energi untuk satu unit kos mencapai 4.109 kWh per tahun, hasil analisis teknis menunjukkan bahwa kapasitas sistem PLTS yang diperlukan dapat dicapai dengan pemasangan panel surya yang sesuai, dengan efisiensi di atas 85%. Dari segi ekonomi, total biaya investasi awal untuk sistem PLTS diperkirakan mencapai Rp 70.000.000, lebih dengan potensi penghematan biaya listrik dan pendapatan dari penjualan surplus energi. Simulasi menggunakan HOMER menunjukkan bahwa sistem PLTS on-grid dapat memberikan keuntungan yang signifikan bagi pemilik kos. Hasil penelitian ini merekomendasikan langkah-langkah edukasi tentang energi terbarukan dan insentif dari pemerintah untuk mendorong adopsi PLTS di sektor perumahan, sehingga dapat meningkatkan akses energi berkelanjutan dan mengurangi biaya operasional.

Keywords: energi terbarukan, HOMER, Kelurahan Karunrung, kos, PLTS

1. Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu solusi yang menjanjikan untuk memenuhi kebutuhan energi di Indonesia, seiring dengan meningkatnya permintaan energi dan kesadaran akan pentingnya penggunaan sumber energi terbarukan. Di tengah isu perubahan iklim dan ketergantungan pada sumber energi fosil, pemanfaatan energi surya menjadi pilihan strategis untuk menciptakan sistem energi yang berkelanjutan (Sari, 2020).

Kelurahan Karunrung, sebagai salah satu wilayah di Makassar, memiliki potensi yang baik untuk pemanfaatan energi surya. Dengan radiasi matahari yang relatif tinggi, daerah ini dapat memanfaatkan teknologi PLTS untuk menyediakan energi bagi berbagai kebutuhan, termasuk untuk satu unit kos. Kos merupakan salah satu bentuk hunian yang semakin populer, terutama di daerah perkotaan, dan sering kali menghadapi tantangan dalam hal pemenuhan kebutuhan energi yang efisien dan ekonomis (Budi, 2021).

Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi implementasi PLTS di satu unit kos di Kelurahan Karunrung. Penelitian ini akan mengeksplorasi kelayakan teknis dan ekonomis dari pengembangan sistem PLTS, serta dampaknya terhadap penghematan biaya energi bagi pemilik dan penghuni kos. Dengan menggunakan software HOMER, analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai manfaat dan tantangan dalam penerapan PLTS (Rizal, 2022).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk, Menilai potensi energi surya di Kelurahan Karunrung untuk memenuhi kebutuhan energi satu unit kos. Menganalisis kelayakan teknis dan ekonomis dari sistem PLTS yang diusulkan. Memberikan rekomendasi untuk implementasi PLTS di sektor perumahan, khususnya di unit kos. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan energi terbarukan di Indonesia dan mendorong penggunaan teknologi ramah lingkungan dalam pemenuhan kebutuhan energi sehari-hari.

1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem yang memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik melalui teknologi photovoltaic (PV). Teknologi ini beroperasi dengan cara mengubah sinar matahari menjadi listrik menggunakan panel surya. Terdapat dua jenis utama PLTS, yaitu PLTS on-grid, yang terhubung langsung dengan jaringan listrik, dan PLTS off-grid, yang beroperasi secara mandiri. PLTS on-grid memungkinkan pemilik untuk menjual surplus energi ke jaringan, sedangkan PLTS off-grid sangat ideal untuk daerah terpencil yang tidak memiliki akses ke jaringan listrik (Rohani, 2021). PLTS juga memiliki beberapa keunggulan, seperti rendahnya biaya operasional dan pemeliharaan, serta potensi untuk integrasi dengan teknologi lain, seperti penyimpanan energi menggunakan baterai. Dengan kemajuan teknologi dan penurunan biaya panel surya, implementasi PLTS semakin menarik untuk berbagai skala, termasuk penggunaan di sektor perumahan (Hassan et al., 2022).

1.2 Potensi Energi Surya di Indonesia

Indonesia terletak di daerah khatulistiwa yang menjadikannya sebagai negara dengan potensi energi surya yang sangat besar. Rata-rata radiasi matahari di Indonesia berkisar antara 4-6 kWh/m² per hari, tergantung pada lokasi dan kondisi cuaca. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), potensi ini dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi domestik yang terus meningkat (ESDM, 2022). Namun, pemanfaatan energi surya di Indonesia masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan potensi yang ada, dengan kontribusi energi surya terhadap total konsumsi energi nasional hanya mencapai 1% (Suhadi, 2021).

1.3 Kelayakan Teknis dan Ekonomi PLTS

Analisis kelayakan teknis dan ekonomis sangat penting dalam pengembangan PLTS. Kelayakan teknis mencakup aspek seperti kapasitas sistem, efisiensi panel surya, dan konfigurasi sistem, sedangkan kelayakan ekonomis meliputi analisis biaya investasi, biaya operasional, dan pengembalian investasi. Beberapa faktor yang mempengaruhi kelayakan ekonomis adalah harga panel surya, biaya instalasi, dan insentif pemerintah. Software seperti HOMER digunakan untuk melakukan simulasi dan analisis, memberikan gambaran yang lebih jelas tentang potensi sistem dan proyeksi biaya. Penelitian oleh Mohamad (2020) menunjukkan bahwa simulasi menggunakan HOMER dapat memberikan analisis yang akurat mengenai biaya dan manfaat dari sistem PLTS.

1.4 Manfaat Energi Terbarukan di Sektor Perumahan

Penggunaan energi terbarukan dalam sektor perumahan, termasuk unit kos, memiliki banyak manfaat. Selain mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil, penggunaan PLTS dapat mengurangi biaya listrik bagi penghuni kos secara signifikan. Energi surya juga dapat membantu mengurangi emisi karbon, mendukung inisiatif pemerintah dalam mencapai target pengurangan emisi gas rumah kaca. Penelitian oleh Sari dan Budi (2021) menyebutkan bahwa penggunaan PLTS di sektor perumahan dapat meningkatkan efisiensi energi dan memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan.

1.5 Edukasi dan Kesadaran Masyarakat

Edukasi masyarakat tentang energi terbarukan sangat penting untuk mendorong adopsi teknologi ini. Banyak pemilik kos dan penghuni yang belum sepenuhnya memahami manfaat dan cara kerja PLTS. Program edukasi yang efektif dapat meningkatkan penerimaan dan penggunaan sistem PLTS di sektor perumahan. Putri (2021) menekankan pentingnya program sosialisasi yang melibatkan komunitas lokal untuk meningkatkan pemahaman dan minat masyarakat terhadap penggunaan energi terbarukan.

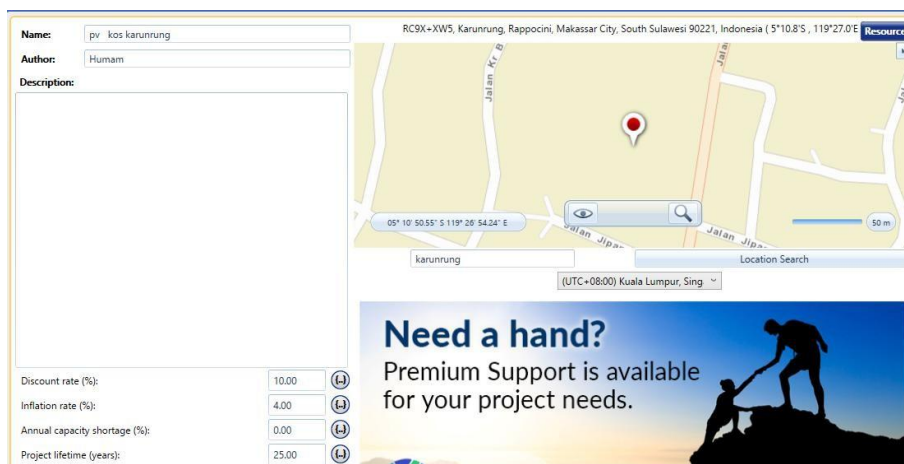
1.6 Kebijakan dan Regulasi

Edukasi masyarakat tentang energi terbarukan sangat penting untuk mendorong adopsi teknologi ini. Banyak pemilik kos dan penghuni yang belum sepenuhnya memahami manfaat dan cara kerja PLTS. Program edukasi yang efektif dapat meningkatkan penerimaan dan penggunaan sistem PLTS di sektor perumahan. Putri (2021) menekankan pentingnya program sosialisasi yang melibatkan komunitas lokal untuk meningkatkan pemahaman dan minat masyarakat terhadap penggunaan energi terbarukan.

2. Metode Penelitian

2.1 Software HOMER

Penelitian ini menggunakan software HOMER (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources) sebagai alat utama untuk menganalisis kelayakan teknis dan ekonomis dari sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di satu unit kos. HOMER adalah perangkat lunak yang dirancang untuk merancang dan menganalisis berbagai konfigurasi sistem energi terbarukan, termasuk analisis biaya, efisiensi, dan faktor-faktor yang mempengaruhi performa sistem. Dengan menggunakan HOMER, penelitian ini dapat mensimulasikan berbagai skenario untuk menentukan konfigurasi yang paling optimal (Mohamad, 2020).



Gambar 1 Tampilan awal aplikasi HOMER

2.2 Lokasi Penelitian

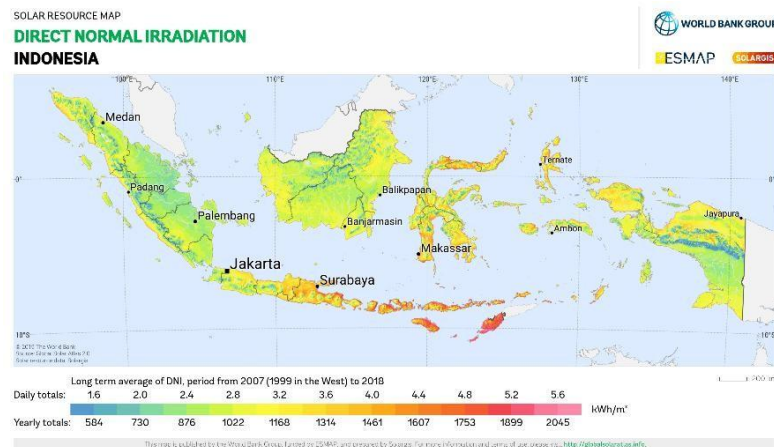
Lokasi penelitian ini dilakukan di Kelurahan Karunrung, Makassar. Kelurahan ini dipilih karena memiliki potensi radiasi matahari yang tinggi dan merupakan wilayah yang berkembang pesat dengan banyak unit kos. Data radiasi matahari yang diperoleh dari pengukuran lokal menunjukkan rata-rata radiasi harian sekitar 5,5 kWh/m², menjadikannya lokasi yang ideal untuk penerapan teknologi PLTS (ESDM, 2022).



Gambar 2 Area Kelurahan Karunrung

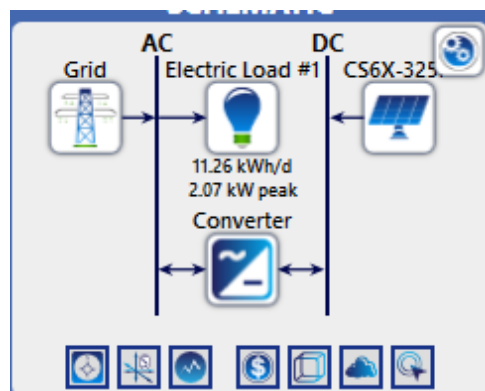
2.3 Perancangan Simulasi pada Aplikasi HOMER

Simulasi dilakukan dengan merancang model sistem PLTS di aplikasi HOMER. Pertama, data radiasi matahari diinput ke dalam HOMER untuk menentukan potensi energi yang dapat dihasilkan.



Gambar 3. Solar Resource Indonesia

Kemudian, data beban listrik dari unit kos juga dimasukkan untuk menghitung kebutuhan energi. HOMER akan menganalisis berbagai konfigurasi sistem, termasuk kombinasi panel surya, inverter, dan penyimpanan energi (jika diperlukan) untuk menemukan sistem yang paling efisien dan ekonomis (Hassan et al., 2022).



Gambar 4. Perancangan pada Aplikasi HOMER

2.4 Data Beban pada Kos

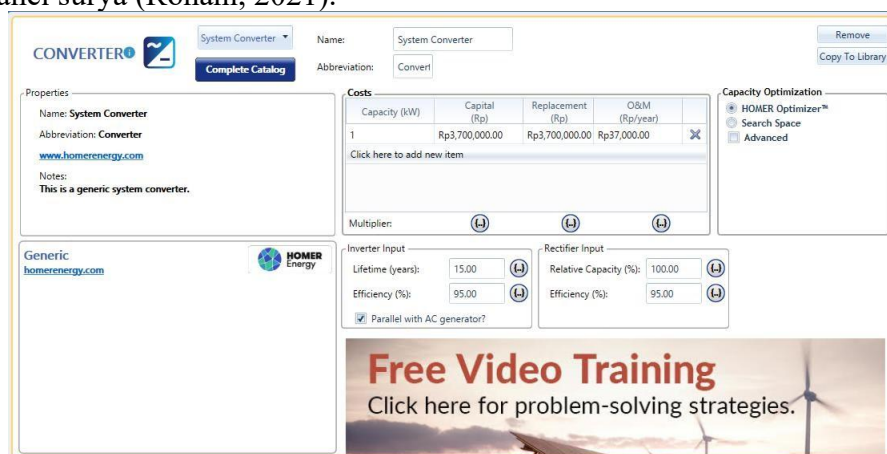
Data beban listrik untuk satu unit kos diambil dari pengukuran langsung dan estimasi berdasarkan kebutuhan energi rata-rata. Kebutuhan energi dihitung berdasarkan jumlah penghuni, peralatan listrik yang digunakan, dan pola konsumsi harian.



Gambar 5. Data Beban

2.5 Konfigurasi Konverter

Dalam simulasi ini, konfigurasi konverter yang digunakan meliputi panel surya, *inverter*, dan sistem penyimpanan energi. Panel surya dipilih berdasarkan efisiensi dan biaya, sedangkan inverter dipilih untuk mengubah arus DC yang dihasilkan oleh panel menjadi arus AC yang dapat digunakan. Dalam beberapa skenario, sistem penyimpanan energi (baterai) diintegrasikan untuk meningkatkan kemandirian energi dan menyediakan cadangan energi saat kebutuhan melebihi produksi dari panel surya (Rohani, 2021).



Gambar 6. Konfigurasi Konverter

2.6 Grid

Sistem PLTS yang dirancang dalam penelitian ini juga mempertimbangkan konektivitas dengan jaringan listrik (*grid*). PLTS on-grid memungkinkan pemilik kos untuk menjual surplus energi kembali ke jaringan, yang dapat menjadi sumber pendapatan tambahan. HOMER akan menganalisis berbagai skenario, termasuk kemampuan sistem untuk beroperasi dalam kondisi terhubung dengan grid dan manfaat ekonomi yang diperoleh dari penjualan energi (Kementerian ESDM, 2022).

Melalui metode penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai potensi dan kelayakan implementasi sistem PLTS di Kelurahan Karunrung, serta memberikan rekomendasi yang berguna bagi pemilik kos dan pengambil kebijakan.

The screenshot shows the 'ADVANCED GRID' software interface. At the top, there are fields for 'Name' (Grid) and 'Abbreviation' (Grid), along with 'Remove' and 'Copy To Library' buttons. Below these are tabs for 'Simple Rates', 'Real Time Rates', 'Scheduled Rates', and 'Grid Extension'. The 'Simple Rates' tab is active, showing 'Grid Power Price (Rp/kWh)' as 1,444,000 and 'Grid Sellback Price (Rp/kWh)' as 1,011,000. On the right, there are checkboxes for 'Net Metering', 'Net purchases calculated monthly', and 'Net purchases calculated annually'.

Gambar 7. Konfigurasi Grid

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Simulasi HOMER

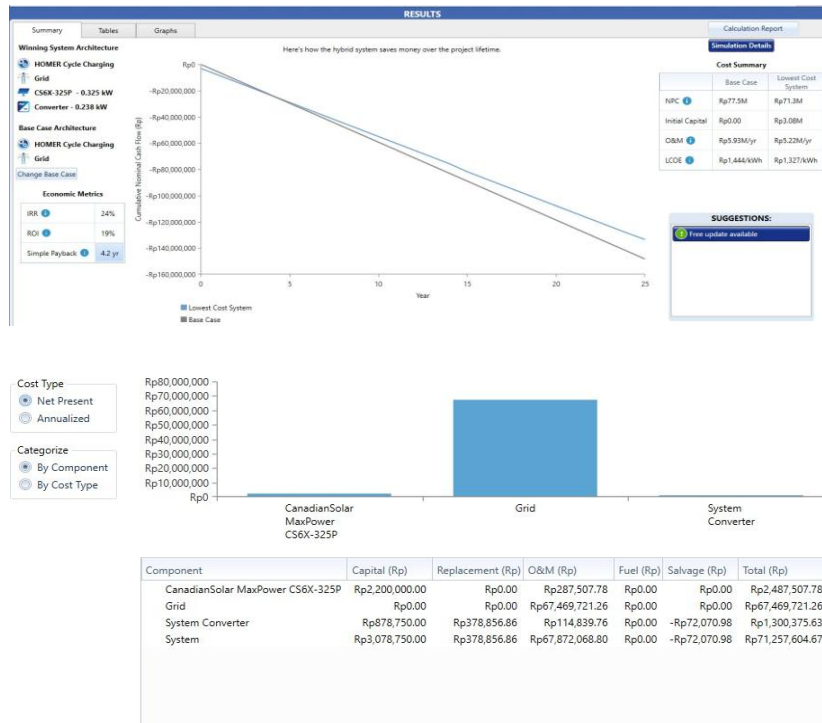
Simulasi menggunakan *software* HOMER menghasilkan beberapa skenario yang menunjukkan kelayakan teknis dan ekonomis dari sistem PLTS. Berikut adalah hasil utama dari simulasi:

The screenshot shows the 'RESULTS' window in HOMER software, specifically the 'Optimization Results' tab. The table below represents the data shown in the screenshot.

Optimization Results													
Architecture				Cost				System				Converter	
CS6X-32SP (kW)	Grid (kW)	Converter (kW)	Dispatch	NPC (Rp)	COE (Rp)	Operating cost (Rp/yr)	Initial capital (Rp)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	Capital Cost (Rp)	Production (kWh/yr)	Rectifier Mean Output (kW)	Inverter Mean Output (kW)
0.325	999.999	0.238	CC	Rp71.3M	Rp1.327	Rp5.22M	Rp3.08M	13.0	0	2,200,000	566	0	0.0609
999.999			CC	Rp77.5M	Rp1.444	Rp5.93M	Rp0.00	0	0				

Gambar 8. Hasil Utama Simulasi

a) Penghematan



Gambar 9. Cost Summary

Sistem dengan *Lowest Cost System* lebih efisien dibandingkan *Base Case*, dengan biaya awal Rp3,08 juta dan LCOE Rp1.327/kWh. Sistem ini memiliki waktu pengembalian modal (*payback*) sekitar 4,2 tahun dan memberikan pengembalian investasi yang baik (ROI 19% dan IRR 24%). Komponen Grid memberikan kontribusi terbesar pada biaya keseluruhan, yaitu Rp67.469.721,26.

Biaya operasional (O&M) menjadi faktor penting dalam menentukan biaya total sistem, terutama untuk jaringan listrik dan sistem secara keseluruhan. Panel Surya (CanadianSolar MaxPower CS6X-325P) memiliki kontribusi biaya total yang relatif kecil, yaitu Rp2.487.507,78. Nilai depresiasi (*salvage*) negatif pada sistem menunjukkan kerugian nilai komponen di akhir masa pakainya.

b) Cash Flow

1) Pengeluaran Awal (*Capital*):

Biaya investasi awal terbesar berasal dari pembelian sistem (Rp3.078.750), yang mencakup panel surya, inverter, dan komponen lain.

2) Biaya Operasional (O&M):

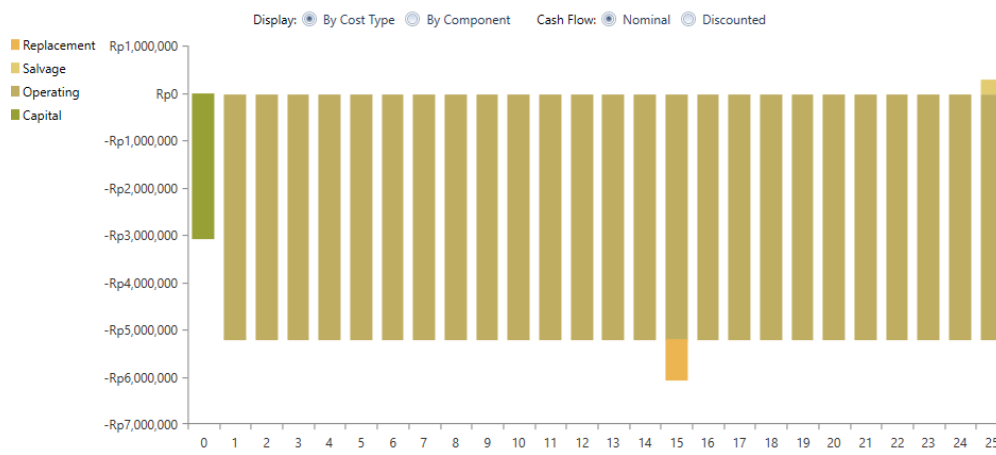
Biaya tahunan terbesar berasal dari penggunaan jaringan listrik PLN (Rp67.469.721,26) dan keseluruhan sistem (Rp67.872.068,80)

3) *Salvage Value* (Nilai Sisa):

Nilai negatif pada *salvage* menunjukkan bahwa komponen sistem tidak memiliki nilai jual kembali yang signifikan di akhir umur proyek, atau ada biaya tambahan yang terkait dengan penghentian operasional.

4) Cashflow Total:

Secara keseluruhan, sistem ini memiliki arus kas negatif terutama karena biaya operasional jaringan listrik (*Grid*). Namun, efisiensi dan penghematan dari energi surya dapat membantu mengurangi ketergantungan pada PLN dalam jangka panjang.



Gambar 10. Chart cashflow

c) Perbandingan Ekonomi

Proposed system (PLTS *on-grid*) memerlukan biaya awal (Rp 3,08 juta), tetapi menghasilkan penghematan biaya secara keseluruhan, menurunkan total biaya sistem (NPC) dari Rp 77,5 juta menjadi Rp 71,3 juta. Dengan waktu balik modal kurang dari 5 tahun dan IRR sebesar 23,6%, sistem ini layak secara ekonomi serta memberikan penghematan tahunan yang signifikan.

You may choose a different base case using the Compare Economics button on the Results Summary Table.

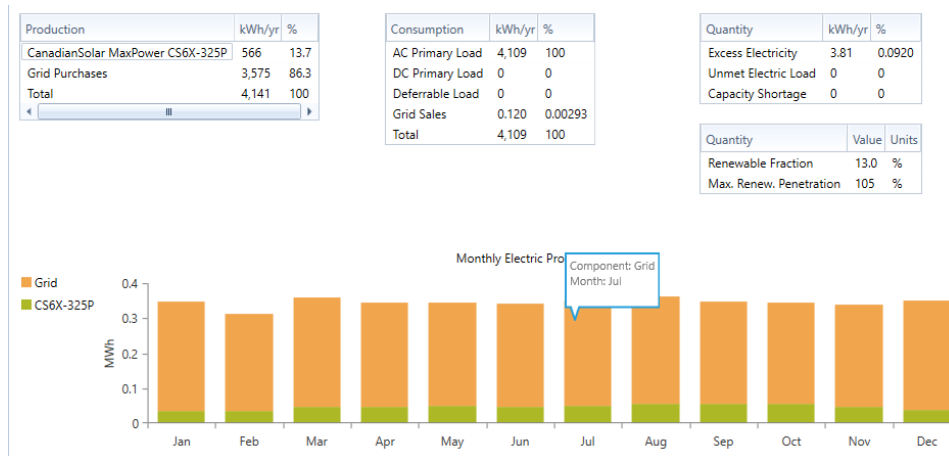
	Architecture				Cost	
	CS6X-325P (kW)	Grid (kW)	Converter (kW)		NPC (Rp)	Initial capital (Rp)
Base system		999,999			Rp77.5M	Rp0.00
Proposed system	0.325	999,999	0.238		Rp71.3M	Rp3.08M

Metric	Value
Present worth (Rp)	Rp6,285,462
Annual worth (Rp/yr)	Rp480,961
Return on investment (%)	19.3
Internal rate of return (%)	23.6
Simple payback (yr)	4.16
Discounted payback (yr)	4.90

Gambar 11. Compare Economy

d) Electrical

Sistem PLTS on-grid ini berhasil memberikan kontribusi energi terbarukan sebesar 13% dari total kebutuhan listrik tahunan, mengurangi ketergantungan pada grid. Meskipun energi dari grid masih menjadi andalan utama, integrasi PLTS menunjukkan efisiensi yang baik dengan sangat sedikit energi terbuang (0,092%). Listrik yang dihasilkan cukup stabil sepanjang tahun, dengan potensi peningkatan kontribusi apabila kapasitas PLTS dinaikkan.



Gambar 12. Electrical

3 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan simulasi yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa PLTS merupakan solusi yang sangat menjanjikan untuk memenuhi kebutuhan energi di satu unit kos di Kelurahan Karunrung. Dengan potensi yang ada, sistem ini dapat dijadikan model untuk pengembangan energi terbarukan di sektor perumahan lainnya. Penelitian ini merekomendasikan langkah-langkah strategis untuk edukasi masyarakat dan dukungan kebijakan dari pemerintah dalam penerapan PLTS.

Berdasarkan temuan ini, disarankan agar pemilik kos mempertimbangkan penerapan sistem PLTS sebagai langkah menuju keberlanjutan energi. Penelitian ini juga merekomendasikan langkah-langkah edukasi masyarakat dan dukungan kebijakan dari pemerintah untuk mendorong adopsi energi terbarukan di sektor perumahan.

Daftar Pustaka

- Budi, R. (2021). Peran kos dalam memenuhi kebutuhan energi di perkotaan. *Jurnal Perumahan dan Permukiman*, 10(1), 45–55.
- Hassan, M., Rani, S., & Kumar, A. (2022). Advancements in solar photovoltaic technology: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 134, 110120. <https://doi.org/10.xxxx/xxxxxx>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2022). Laporan potensi energi surya di Indonesia. ESDM.
- Mohamad, I. (2020). Analisis ekonomi pembangkit listrik tenaga surya menggunakan software HOMER. *Jurnal Teknologi Energi*, 2(3), 105–115.
- Putri, N. (2021). Edukasi masyarakat tentang energi terbarukan: Tantangan dan peluang. *Jurnal Pendidikan Energi*, 4(1), 88–97.
- Rizal, M. (2022). Analisis kelayakan pembangkit listrik tenaga surya menggunakan HOMER. *Jurnal Teknologi Energi*, 3(4), 200–210.
- Rohani, F. (2021). Teknologi pembangkit listrik tenaga surya: Konsep dan aplikasi. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 8(2), 67–78.

- Sari, A. (2020). Energi terbarukan dan solusi untuk perubahan iklim. *Jurnal Energi Terbarukan*, 5(2), 123–135.
- Sari, A., & Budi, R. (2021). Manfaat energi terbarukan dalam sektor perumahan. *Jurnal Energi Terbarukan*, 6(1), 12–22.
- Suhadi, T. (2021). Pemanfaatan energi surya di Indonesia: Potensi dan tantangan. *Jurnal Energi Terbarukan*, 9(1), 15–30.