

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON-GRID 900 VA DAYA MIKRO APLIKASI RESIDENTIAL MENGGUNAKAN HOMER

SEPANNUR BANDRI¹, ZURIMAN ANTHONY², RAFIKA ANDARI³

Teknik Elektro, Institut Teknologi Padang, Indonesia^{1,2,3}

Corresponden Author: sepannur@itp.ac.id¹

Abstrak: Potensi sumber energi matahari di Indonesia mencapai rata-rata 4,5 kWh per meter persegi. PLTS On-Grid adalah sistem konfigurasi PLTS yang terhubung ke jaringan dengan alat bantu kWh EXIM yang berfungsi untuk mengirim kelebihan listrik yang dihasilkan PLTS ke jaringan. Pada umumnya PLTS On-Grid dipasang pada atap rumah. Hal ini bertujuan untuk menghemat lahan dan tidak ada objek yang akan menghalangi modul surya. Ada banyak syarat untuk pemasangan PLTS pada atap rumah seperti lokasi daerah, arah atap rumah, luas atap yang akan dipasang modul surya, dan kemiringan modul surya. Syarat tersebut berfungsi untuk mengoptimalkan kinerja dari modul surya. Pada penelitian ini menggunakan modul surya polikristal 330 Wp berjumlah 6 Unit untuk memenuhi kebutuhan beban listrik rumah. PLTS ini dirancang untuk mensuplai pasokan listrik dengan perkiraan beban energi perhari sekitar 6,69 kWh. Untuk perencanaan PLTS On-grid ini dibutuhkan panel 6 panel surya. Adapun komponen yang dibutuhkan pada perencanaan ini yaitu 1 unit SCC, serta 1 unit inverter dengan besarnya daya keluaran PLTS 2.416,227 kWh/tahun. Performance ratio (PR) dalam sistem PLTS sebagai acuan investasi awal sebesar Rp. 19.069.000 yang melingkupi biaya untuk komponen sistem PLTS dan biaya operasional maintenance sebesar Rp.1906.900

Kata kunci : PLTS, On-Grid, Solar Panel, Energy, Modul Surya

Abstract: potential of solar energy sources in Indonesia reaches an average of 4.5 kWh per square meter. PLTS On-Grid PLTS configuration system that is connected to the network with the kWh EXIM tool which functions to send excess electricity by PLTS to the network. There are many conditions for installing PLTS on the roof of a house such as the location of the area, the direction of the roof of the house, the roof area where the solar module will be installed. In this study, 6 units of 330 Wp polycrystalline solar modules were used to meet the needs of the house's electrical load. This PLTS is designed to supply electricity with an estimated daily energy load of around 6.69 kWh. For the planning of this On-grid PLTS, 6. The components needed in this plan are 1 SCC unit, and 1 inverter unit with a PLTS output power of 2,416.227 kWh/year. Performance ratio (PR) in the PLTS system as a reference for the initial investment of Rp. 19,069,000 which covers costs for the components of the PLTS system and operational maintenance costs of Rp. 1906,900

Keyword: PLTS, On-grid, Solar Panel, Energy, Solar modul

A. Pendahuluan

Energi listrik merupakan hal yang sangat penting di dunia saat ini. Pertambahan penduduk menyebabkan bertambahnya kebutuhan energi di masyarakat hingga saat ini sumber energi utama saat ini berasal dari sumber energi fosil. Permasalahan serius kemudian muncul akibat pemakaian energi fosil apabila tingkat konsumsi energi fosil tetap digunakan terus menerus seperti sekarang maka perkiraan energi fosil akan habis dalam beberapa tahun mendatang. Terkait dengan hal ini maka solusi terhadap keberlangsungan energi harus diusahakan secara berkelanjutan [1].

Secara geografis Indonesia terletak di daerah garis khatulistiwa dengan sumber energi surya sangat berlimpah sehingga memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai pembangkitan energi listrik. Intensitas radiasi matahari di Indonesia cukup tinggi dengan rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² per hari diseluruh wilayah Indonesia. Ini Berarti tiap 1 kW photovoltaic (PV) dapat menghasilkan 4,8 kWh energi listrik setiap harinya (Sandro Putra 2016). Energi yang dikeluarkan oleh sinar matahari sebenarnya hanya diterima oleh permukaan bumi sebesar 51% dari total energi pancaran matahari. Pada siang hari yang cerah radiasi sinar matahari mampu mencapai 1000 watt/m². Jika satu unit panel sel surya seluas 1 m² memiliki efisiensi

10% maka, modul sel surya ini mampu memberikan tenaga listrik sebesar 100 Watt. Saat ini efisiensi modul sel surya komersial berkisar antara 5%-15% tergantung material penyusunnya (Hariansyah 2017). Potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang murah dan tersedia sepanjang tahun. Untuk itu diperlukan pengembangan teknologi yang mampu menyuplai kebutuhan energi dengan menggunakan sumber energi pembangkit listrik tenaga surya [2]

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan salah satu jenis sumber energi terbarukan yang digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi listrik yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. PLTS dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu on-grid dan off-grid. Keunggulan PLTS sebagai sumber energi alternatif merupakan salah satu jawaban untuk membantu masyarakat dalam pemasokan listrik pada rumah dibandingkan dengan listrik dari PLN. Teknologi sel surya mampu menghasilkan daya maksimal pada kondisi cuaca cerah disiang hari, hal ini dikarenakan pada saat itu intensitas cahaya matahari yang sampai ke permukaan bumi saat tengah hari merupakan yang paling besar nilainya. Maka dari itu masyarakat dapat beralih menggunakan sumber energi terbarukan yang berasal dari sumber cahaya sebagai penerangan serta pemakaian listrik untuk kebutuhan sehari-hari [3]. Menurut peraturan menteri ESDM No 26 Tahun 2021 terkait PLTS, sektor rumah tangga diharapkan menjadi salah satu pengguna utama sistem pembangkit listrik tenaga surya. Rumah tangga yang dimaksud adalah rumah yang telah teraliri listrik PLN. Dengan demikian jaringan listrik dari sistem PLTS akan menyatu dengan jaringan PLN yang terpasang dirumah. Jaringan semacam ini dinamakan PLTS grid connected atau on-grid [4]. Dalam memanfaatkan sistem PLTS sesuai aturan, sebelum pelaksanaan secara riil maka pengguna perlu mengetahui besaran energi yang akan diperoleh dari sistem yang akan dibangun. Dari sisi ekonomi, sangat diperlukan juga perkiraan informasi harga listrik yang harus dibayar oleh pengguna dengan mempertimbangkan berbagai faktor. Informasi harga satuan listrik PLTS atap ini menjadi pertimbangan penting bagi calon pengguna PLTS.

Wilayah Lubuk Alung, Kabupaten Padang Pariaman merupakan daerah memiliki potensi yang cukup sebagai pengembangan energi terbarukan karena memiliki intensitas cahaya matahari yang cukup, luas wilayah ini sekitar 32,65 km² [5]. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Padang Pariaman jumlah pengguna listrik tahun 2021 mengalami kenaikan dengan jumlah pemakaian rumah tangga sebanyak 109.361, sektor industri sebanyak 119 pelanggan, kantor-kantor pemerintah sebanyak 390 pelanggan, dan sektor badan sosial sebanyak 4715 pelanggan. Berdasarkan data yang diperoleh dari website National Aeronautics and Space Administration (NASA) lokasi ini memiliki radiasi matahari rata-rata 4,4 Kwh/m² dan suhu rata-rata sekitar 26,64 °C untuk setiap harinya. Besaran potensi radiasi matahari dapat diaplikasikan sebagai sumber pembangkit alternatif.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran penggunaan PLTS atap sesuai regulasi yang berlaku mengetahui potensi daya dan energi keluaran sistem PLTS serta untuk memperkirakan harga satuan energi listrik sistem PLTS, engan mengambil data beban listrik rumah tangga yang berlokasi di lubuk alung sebagai objek studi. Simulasi dilakukan perangkat lunak Homer)

B. Metode Penelitian

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah adanya sinergi yang saling menguntungkan anatara pihak konsumen rumah tangga yang memakai sistem PLTS On-grid atau pihak dari PLN untuk menghasilkan produk pembangkit listrik tenaga surya. Sehingga dapat dioperasikan untuk daerah padang pariaman memenuhi kebutuhan pemakaian beban listrik rumah tangga

Data Penelitian

Pada penelitian ini perangkat lunak yang digunakan pada tugas akhri ini adalah HOMER pro versi 3.11.2 untuk membuat simulasi perencanaan antara PLTS dengan daya PLN 900 VA. Penggunaan PLTS sebagai pembangkit energi cadangan jika sumber energi listrik sumber PLN mengalami gangguan. Hasil akhirnya didapatkan pembangkit yang ekonomis serta efisien parameter nilai ekonomis pada aplikasi HOMER terdiri dari beberapa variabel seperti suku bunga tahunan (%), biaya perawatan (Rp/tahun) denda kekurangan kapasitas (Rp/kWh) dan

biaya keseluruhan (Rp). Sistem On-grid menggunakan dua sumber energi yaitu dari PLN dan PLTS sebagai sumber cadangan, dalam rancangan ini gimana sesuatu rumah bermukim memakai PLTS yang terhubung pada jaringan listrik PLN dalam bentang durasi khusus memakai tenaga listrik serupa dengan jumlah tenaga yang dibuat PLTS. Biaya tarif listrik PLN pada tahun 2022 golongan R-1/TR daya 900 VA Rp 1.352 / kWh, golongan R-1/TR 1300 VA Rp 1.444,70 /kWh, dan golongan R-1/TR daya 2200 VA Rp 1.444,70 /kWh

Data Spesifikasi Modul Surya 330 Wp

Table 1. Spesifikasi Modul Pv: Canadian solar Polycrystalline 330 Wp

Maximum Power (Pmax)	: 330 wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	: 37,2 V
Maximum Power Current (Imp)	: 8,88 A
Modul Efisiensi	: 16,97 %
Power Toleransi	: 0 / +5 w
Short Circuit Current (Isc)	: 9,45 A
Open Circuit Voltage (VOC)	: 45,6 V
Maximum System Voltage (VDC)	: 1000 V
Maximum Series Fuse	: 15 A
Operating Temperatur	: -40 to +85 (°C)

Menghitung faktor koefisien Temperatur

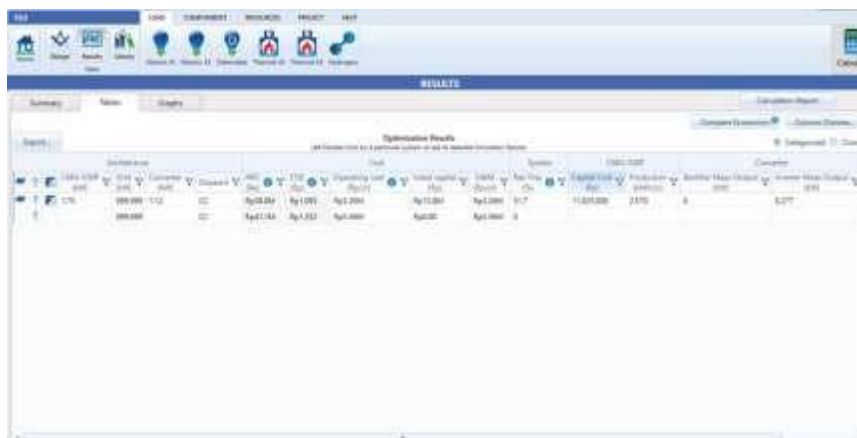
Pada saat panas sel surya meningkat, tegangan yang melintasi setiap sel akan menurun sehingga daya pada sel juga akan menurun. Besarnya efek turunya tegangan tersebut tergantung pada tipe dari sel surya, rata-rata koefisien suhu pada modul crsytalline dapat mencapai 0,5 % V/°C. Pada setiap kenaikan suhu panel surya 1°C (dari 25°C) maka akan mengakibatkan berkurangnya daya yang dihasilkan sekitar 0,5% berdasarkan perhitungan besarnya daya yang berkurang pada saat suhu di sekitar panel (Ibnu Kahfi Bachtiar 2016). Karena suhu maksimum di daerah Sungai Abang, Lubuk alung mencapai suhu 28,17 °C maka kenaikanya menjadi

$3,17\text{ }^{\circ}\text{C}$ $P_{\text{saat naik } ^{\circ}\text{C}} = 0,5\% \text{ per } ^{\circ}\text{C} \times P_{\text{mpp}} \times \text{kenaikan temperatur } (^{\circ}\text{C})$ $P_{\text{saat naik } ^{\circ}\text{C}} = \text{Daya saat temperatur naik (Watt)}$

$P_{\text{mpp saat naik menjadi } t^{\circ}\text{C}} = \text{Daya yang dihasilkan panel saat temperatur naik (Watt)}$
 $0,5\% \text{ per } ^{\circ}\text{C} = \text{Perubahan temperatur saat bekerja diatas suhu } 25^{\circ}\text{C}$

C. Hasil Dan Pembahasan

Proses simulasi dilakukan agar mendapatkan konfigurasi sistem terbaik melalui proses optimasisetelah yang dilakukan HOMER. Proses simulasi memodelkan dan merancang konfigurasi sistem secara khusus, maka proses optimasi dilakukan untuk menentukan kemungkinan terbaik dalam konfigurasi sistem.



Gambar 1 Optimasi Simulasi pada homer

Konfigurasi sistem terhubung dengan jaringan PLN dan komponen energi terbarukan 0,33 kW panel surya, 2kW converter/inverter *grid tie*. Berdasarkan total *Net Present Cost* (NPC) yaitu sekitar Rp. 37.955.420 dan *initial Capital cost* sekitar Rp.3.258.613 dan *Cost of Energy* (COE) yaitu sekitar Rp. 1,092. Hasil simulasi *renewable fraction* Homer mendapatkan nilai 51,7%.

Pada perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini menggunakan sistem On-Grid, yang artinya On-Grid dalam hal ini PLN juga ikut menyuplai daya untuk memenuhi kebutuhan daya listrik per harinya seperti yang dapat dilihat dari hasil optimasi, konfigurasi yang optimal adalah dengan menggunakan Grid, konverter dan juga solar panel. Dalam sistem ini juga diterapkan sistem penjualan beban lebih dari hasil Solar panel untuk dijual kembali ke PLN. Produksi energi pada sistem ini secara keseluruhan sistem menghasilkan energi listrik sebesar 2,570 kWh/year, total keseluruhan konsumsi beban ditambah penjualan listrik sebesar 2,267 kWh/year.

Konfigurasi pertama, Hasil dari konfigurasi ini didapatkan konfigurasi sistem berupa , 1,9 kW panel surya, inverter 2 kW dan jaringan (grid). Produksi energi listrik pada konfigurasi pertama totalnya adalah 4,837 kWh per tahun seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.9 dan total konsumsi energi listrik per tahunnya adalah 4,693 kWh di tunjukan pada tabel di bawah.

Tabel 2. Produksi listrik pada simulasi

Production	kWh/year	%
Generic flat plate PV	2,570	53,1
Grid Purchases	2,267	46,9
Total	4,837	100

Analisis ekonomi teknik yang dilakukan terdiri dari parameter perhitungan. Hasil perhitungan dengan Homer. Pada perhitungan ini, digunakan beban keluaran dari Homer yang bernama AC Primary Load. Sedangkan parameter yang akan disimulasikan adalah Net Present Cost (NPC) yang terjadi pada masa selama 10 tahun dan Cost of Energy (COE) atau biaya yang dibutuhkan tiap kWh. Dari kedua parameter tersebut dapat dihitung nilai pendapatan yang diperoleh dalam waktu 10 tahun dan BEP. Berikut nilai investasi awal dan biaya operasional serta pemeliharanya.

Skenario jaringan PLN

Jumlah energi yang digunakan untuk beban elektronik rumah tangga selama satu tahun, atau 4,109 kWh/tahun, adalah nilai pembangkitan energi. Dalam kasus 1, COE adalah Rp. 1.352. Informasi dari total biaya tahunan dan penggunaan daya selama setahun berturut-turut Untuk hasil *renewable fraction*, konfigurasi sistem kedua lebih besar di dibandingkan konfigurasi sistem pertama. Hal ini disebabkan dengan adanya komponen baterai yang berfungsi sebagai penyimpanan pada konfigurasi kedua, kelebihan listrik yang dihasilkan akan disimpan pada baterai oleh karenanya terdapat juga perbedaan pada *excess electricity* atau kelebihan listrik.

Tabel 3. Nilai produksi

Parameter	Nilai
Produksi Energi (kWh/yr)	3,642
NPC (Rp)	36.445,060.00
COE (Rp/kWh)	1.198.290,00
Renewable Penetration (%)	11,4

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, ditunjukkan tabel di bawah Nilai NPC skenario 1 adalah Rp. 41.118.060,97 yang melibatkan penggunaan sistem jaringan listrik PLN, sedangkan nilai NPC untuk skenario 2 adalah Rp. 36.445.060,00. Asumsi 1 dan 2 berharga Rp. 4.673.000,97 berbeda satu sama lain. Temuan ini menunjukkan bahwa generator skenario 2 lebih efektif daripada generator skenario 1. Dan nilai COE skenario 2 lebih murah dengan selisih Rp. 126.710 dibandingkan skenario 1. Seperti yang terlihat pada tabel di

atas, wilayah Sungai Abang Lubuk Alung memiliki intensitas sinar matahari yang sangat baik yang memungkinkan pemanfaatan sumber energi terbarukan sebaik mungkin.

Tabel 4 Perbandingan ekonomis dari skenario 1 dan skenario 2

Parameter	Sistem Pembangkit Skenario 1	
	Jaringan PLN	Skenario 2 Sistem On-Grid
Total Produksi (kWh)	4.109	4.126
Produksi Grid (kWh)	4.109	3.642
Produksi Renewable Energy (kWh)	0	485
Konsumsi Energi (kWh/yr)	4.109	4.109
Grid Sales	0	0.205
NPC (Rp)	41.118.060.97	36.445,060.00
COE (Rp/kWh)	1.352.000,00	1.198.290,00
Renewable Penetration (%)	0	11,4

D. Penutup

Perencanaan PLTS skala rumah tangga pada daerah lubuk alung bertujuan untuk menyuplai kebutuhan penerangan lampu dan komponen peralatan pada rumah , sehingga dapat mengurangi pemakaian energi listrik terhadap PLN. Adapun tahapan perencanaan PLTS dimulai melakukan perencanaan kebutuhan beban, kapasitas panel surya dan menghitung besar daya keluaran PLTS. Perencanaan PLTS On-Grid ini menggunakan modul surya tipe polycrystalline merek Canadian Solar CS6U kapasitas 330 Wp sebanyak 4 unit, inverter 1.3 Kw sebanyak 1 buah, Solar Charge Control SON-MPTT kapasitas 40 A/48V kabel NYM 2,5 mm2 Berdasarkan perhitungan biaya investasi awal yang akan dikeluarkan untuk perencanaan PLTS ini dengan sistem On-grid yaitu berkisar Rp.16.730.000 dengan biaya operasional dan maintenance berkisar Rp.1.6730.000 dan biaya siklus hidup dengan rentang 10 tahun berkisar Rp.31.219.653 dengan biaya keuntungan berkisar Rp.640.000 per tahun

Daftar Pustaka

- A. G. Hutajulu, M. RT Siregar, and M. P. Pambudi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7333.
- L. E. Bien, I. Kasim, and W. Wibowo, "Perancangan Sistem Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Jala-Jala Listrik PLN Untuk Rumah Perkantoran," *JETri*, vol. Vol.8, no. No.1 Agustus 2008, pp. 37–56, 2008.
- Y. Afrida, Jeckson, and D. Feriyanto, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya on Grid," *Aisyah J. Informatcs Electr. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 74–77, 2022, [Online]. Available: <http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>
- Kemen-ESDM, "Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No 26 Tahun 2021 Tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Yang terhubung Pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Kepentingan Umum," *Ber. Negara RI tahun 2021 Nomor 948*, no. 1, pp. 1–35, 2021.
- L. Aluang, "LUBUAK ALUANG," 2022.
- M. S. Ibnu Kahfi Bachtiar1, "Rancangan Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Tangga menggunakan Software HOMER:," *J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap.*, vol. 5, no. 2, pp. 17–25, 2016, [Online]. Available: <https://ojs.umrah.ac.id/index.php/sustainable/article/view/368>