

EVALUASI *TECHNOECONOMY* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA *ON-GRID* PADA SWALAYAN DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE HOMER*

¹Aditama Nanang Faisol*, ²Muhamad Haddin

^{1,2} Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:

aditamananangfaisol@std.unissula.ac.id

Abstrak

Dampak konsumsi energi listrik PLN pada suatu swalayan akan menyebabkan membengkaknya tagihan listrik. Solusinya adalah bagaimana menurunkan konsumsi energi listrik PLN sehingga tagihan listriknya tidak meningkat, antara lain dengan memasang Pembangkit listrik Tenaga surya (PLTS). Penelitian ini membahas tentang Evaluasi *Technoeconomy* Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada swalayan. Model ditetapkan sebagai sebuah sistem kelistrikan pada swalayan dengan kombinasi jaringan listrik PLN dan PLTS Atap. Parameter yang ditetapkan adalah beban-beban listrik: AC, Lampu, pompa, destinasi permainan anak, luas atap, spesifikasi modul PLTS. HOMER digunakan simulasi untuk perhitungan *Technoeconomy* PLTS. Sebagai objek penelitian ditentukan Aneka Jaya Ngaliyan. Hasil menunjukkan bahwa HOMER mampu digunakan untuk perhitungan *Technoeconomy* PLTS pada swalayan, hal ini dibuktikan dengan hasil perhitungan efisiensi panel surya sebesar 58 kW (14%), dan project life time 25 tahun didapatkan NPC sebesar Rp. 507.498.200,- dan COE sebesar Rp. 426,69.

Kata Kunci : *Technoeconomy*, PLTS, HOMER, NPC, COE

Abstract

The impact of PLN electricity consumption on a supermarket will cause electricity bills to rise. The solution is how to reduce PLN's electricity consumption so that electricity bills do not increase, including by installing a solar power plant (PLTS). This research discusses the Technoeconomic Evaluation of Solar Power Plants (PLTS) in supermarkets. The model is defined as a supermarket electrical system with a combination of the PLN electricity network and rooftop PLTS. The parameters set are electrical loads: AC, lights, pumps, children's play destinations, roof area, PLTS module specifications. HOMER used simulations for PLTS Technoeconomy calculations. As the research object, Aneka Jaya Ngaliyan was determined. The results show that HOMER can be used for calculating the Technoeconomy of PLTS in supermarkets, this is proven by the results of calculating the efficiency of solar panels of 58 kW (14%), and a project life time of 25 years obtained by NPC of IDR. 507,498,200,- and COE of Rp. 426.69.

Keywords : *Technoeconomy*, PLTS, HOMER, NPC, COE

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terletak di garis katulistiwa. Lokasi Indonesia yang istimewa ini memungkinkan seluruh sumber energi terbarukan tersedia di negara ini, diantaranya yaitu potensi energi surya yang cukup besar sepanjang tahunnya. Pemanfaatan energi terbarukan ini dapat dimanfaatkan secara langsung dengan mengkonversikan radiasi matahari dengan panel surya untuk menghasilkan energi listrik. Tenaga listrik merupakan salah satu jenis energi yang sangat diperlukan dalam pembangunan. Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik ini sesuai Kebijakan Energi Nasional (Kepres No. 5 Tahun 2006) harus dikembangkan berbagai energi alternatif termasuk energi terbarukan, yang ditargetkan mencapai lebih dari 17% dari pangsa energi primer nasional. Energi baru dan terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang makin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan [1]. Rencana pembangunan pembangkit listrik sampai pada tahun 2025 adalah sebesar 56.024 MW, dimana 23% dari total pembangkitan tersebut merupakan rencana pembangunan pembangkit listrik dengan mengandalkan potensi Energi Baru Terbarukan (EBT). Berdasarkan peta insolasi matahari, wilayah Indonesia memiliki potensi energi listrik surya sebesar 4.5 kW/m² per hari [2]. Jenis-jenis EBT yang ada diantaranya PLTA, PLTB, PLTP, dan PLTS. PLTS memiliki beberapa jenis yaitu PLTS Atap, PLTS Gronding, PLTS Apung. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap yang terhubung pada jaringan tenaga listrik pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan umum (PermenESDM No. 2 Tahun 2024) [3].

Swalayan Aneka Jaya Ngaliyan berdiri sejak tahun 2005 diluas bangunan ± 700 M², berlokasi di Jl. Prof. Dr. Hamka No.38A, Ngaliyan, Semarang. Daya listrik PLN pada swalayan ini sebesar 53 kVA dan di backup dengan Genset 60 kVA. Permasalahannya adalah konsumsi energi listrik yang tinggi, hal ini dikarenakan pemakaian daya listrik yang tinggi antara lain: AC, Lampu, pompa, destinasi permainan anak. Dampaknya adalah membengkaknya tagihan listrik yang harus dibayar oleh manajemen Aneka Jaya. Solusinya adalah bagaimana menurunkan konsumsi energi listrik PLN sehingga tagihan listriknya tidak meningkat. Strategi solusi tersebut antara lain dengan memasang Pembangkit listrik Tenaga surya (PLTS). Tahun 2023 Aneka Jaya Ngaliyan telah dipasang PLTS menggunakan sistem On-Grid dengan panel surya sebanyak 116 panel yang dirangkai secara paralel dengan daya yang dihasilkan ± 28 kWp. PLTS ini dimanfaatkan sebagai pemenuhan kebutuhan suplai operasional tenaga listrik pada gedung Aneka Jaya Ngaliyan. HOMER adalah suatu model sistem pembangkit skala kecil (*micro power*) untuk mempermudah dalam mengevaluasi desain dari jaringan tunggal (*off-grid*) maupun jaringan yang terkoneksi dengan sistem (*grid-connected*). Perangkat lunak ini melakukan perhitungan keseimbangan energi untuk setiap 8.760 jam dalam setahun. Kemudian menentukan konfigurasi yang layak, apakah dapat memenuhi kebutuhan listrik di bawah kondisi yang ditentukan, perkiraan biaya instalasi dan sistem operasi selama masa proyek (NPC) dan biaya energi listrik per kWh (COE). Dalam perencanaan PLTS yang memanfaatkan potensi alam untuk dibangkitkan menjadi energi listrik, terdapat beberapa kendala yaitu mengenai perkiraan atau analisa potensi alam yang ada di sekitar pembangkit, perkiraan daya yang akan dibangkitkan oleh Pembangkit

Listrik dan juga perkiraan penggunaan beban agar tingkat efektifitas dari segi teknis dan ekonomis dapat dilakukan secara maksimal saat perancangan PLTS dilakukan [4]. Beberapa penelitian tentang PLTS telah dilakukan, antara lain: evaluasi dan optimalisasi pembangkit listrik tenaga hybrid (PLTH) [5], unjuk kerja PLTS on-grid di laboratorium energi baru terbarukan (EBT) [6], program HOMER untuk studi kelayakan pembangkit listrik hibrida [7]. Fokus penelitian ini adalah Evaluasi Technoeconomy Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid pada Aneka Jaya Ngaliyan menggunakan Software HOMER.

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan perangkat lunak HOMER telah dilakukan antara lain:

- a. Evaluasi dan Optimalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) Bayu Baru, Bantul, D.I. Yogyakarta [5]. Hasil penelitian tersebut adalah Simulasi software HOMER dapat menghitung tingkat ekonomis dari PLTH Bayu Baru dan dapat mengoptimasi desain sistem pembangkit hybrid berdasarkan nilai NPC terendah. Hasil simulasi dengan software HOMER, keseluruhan sistem PLTH Bayu Baru dengan project life time 25 tahun membutuhkan NPC sebesar US\$ 583.569, dan COE sebesar US\$ 1,198/kWh. Komponen pembangkit yang paling ekonomis pada PLTH Bayu Baru adalah turbin angin berkapasitas 5kW dan 2,5kW didasarkan pada nilai LCOE \$ 0,190 dan \$ 0,171/kWh.
- b. Analisis Unjuk Kerja PLTS On-Grid Di Laboratorium Energi Baru Terbarukan (EBT) Universitas Mataram [6]. Hasil penelitian tersebut adalah besar nilai efesiensi modul surya yang dihasilkan pada hari pertama pengukuran berkisar antara 4% - 16 %, efisiensi modul surya pada hari kedua pengukuran berkisar antara 3% - 16%, dan efisiensi pada hari ketiga pengukuran berkisar antara 3% - 16% , sedangkan besarnya rasio performa yang dihasilkan selama sehari pengukuran pada hari pertama adalah 1,733, rasio performa hari kedua adalah 1,852 dan rasio peforma hari ketiga pengukuran adalah sebesar 2,523.
- c. Program HOMER Untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrida di Provinsi RIAU [7]. Hasil penelitian tersebut adalah Desain sistem dilakukan disebuah desa referensi bernama Saik yang akan memiliki sekitar 25 kW beban puncak dan konsumsi energi 180 kWh per hari, jika memiliki suplai listrik. Sistem yang direkomendasikan HOMER terdiri dari photovoltaic 5 kW, dua Darrieus Hydrokinetic Turbine (DHT) 3 kW, baterai 14.400 Ah, inverter 20 kW, dan generator diesel 18 kW sebagai back-up, yang dikonstruksi dalam figurasi parallelhybrid. Sistem tersebut mampu melayani 100% beban sepanjang tahun ditambah sekitar 21% kapasitas lebih untuk mengantisipasi pertumbuhan beban. Dengan arus sungai yang relatif lambat, kontribusi DHT pada energy output mencapai 55%. Biaya Operasi dan Perawatan (O&M) sistem ini rendah, namun biaya awal tinggi. Biaya energi (COE) lebih tinggi daripada tarif listrik di Riau, namun lebih rendah dari pada COE jika menggunakan generator diesel saja. Sistem ini melepaskan sekitar 19,7 ton CO₂ per tahun, jauh dibawah emisi sistem jika hanya menggunakan generator diesel (580%

lebih tinggi). Sebagai kesimpulan, HOMER adalah tool yang dapat membantu desainer sistem pembangkit listrik tersebar secara efektif dan efisien.

- d. Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 kWp pada Kantor Gubernur Bali [8]. Pemerintah Provinsi Bali bekerja sama dengan Kementerian ESDM dalam pengembangan PLTS rooftop 158 kWp yang terhubung ke jaringan PLN. Energi yang dihasilkan hingga saat ini telah mengurangi suplai energi listrik dari PLN pada area Kantor Gubernur Bali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi energi yang dihasilkan oleh PLTS 158 kWp tersebut. Produksi energi di estimasi menggunakan HelioScope. Data yang diperlukan antara lain lokasi PLTS, dan spesifikasi teknis PLTS. Hasil Penelitian tersebut adalah simulasi menghasilkan data energi total dalam satu tahun sebesar 249.764 kWh/tahun dengan energi tertinggi terjadi pada bulan Mei sebesar 24.172 kWh dan energi terendah terjadi pada bulan Januari sebesar 16.226 kWh[8].
- e. Operasi Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Bayu Baru Di Bantul, D.I. Yogyakarta [9]. Hasil penelitian tersebut adalah simulasi dengan software HOMER, keseluruhan sistem PLTH Bayu Baru dengan project life time 25 tahun membutuhkan NPC sebesar \$ 583.569, dan COE sebesar \$ 1,198/kWh. Komponen pembangkit yang paling ekonomis pada PLTH Bayu Baru adalah turbin angin berkapasitas 5kW dan 2,5kW didasarkan pada nilai LCOE \$ 0,190 dan \$ 0,171/kWh.

Sumber energi listrik pada umumnya di bagi menjadi banyak sumber energi utama dan di golongkan menjadi dua kelompok besar yaitu energi konvensional dan energi terbarukan [10].

1. Energi Konvensional

Energi konvensional yaitu energi yang didapatkan dari sumber yang hanya tersedia dalam jumlah terbatas di bumi dan tidak dapat diregenerasi [10].

2. Energi Terbarukan

Energi terbarukan yaitu energi yang dihasilkan dari sumber alami seperti matahari, angin, dan air dan dapat dihasilkan terus menerus [10].

Jenis panel photovoltaic dibedakan menjadi dua berdasarkan batasan dari struktur bahan semi konduktor yaitu Monocrystalline dan polycrystalline.

1. *Crystalline silicon (c-Si)*

Bahan yang digunakan adalah *silicon* tunggal. Operasi produksi yang dihasilkan cukup tinggi. Untuk *crystalline silicon* dibagi menjadi dua yaitu *Monocrystalline* dan *polycrystalline* [11].

a. *Monocrystalline*

Monocrystalline terbuat dari bahan batang *silicon* tunggal berbentuk silinder yang tipis dengan ketebalan 200-250 mikrometer dan pada permukaan atasnya terdapat alur mikro yang bertujuan untuk meminimalisir rugi refleksi. Untuk operasi produksinya sekitar 14-17%.

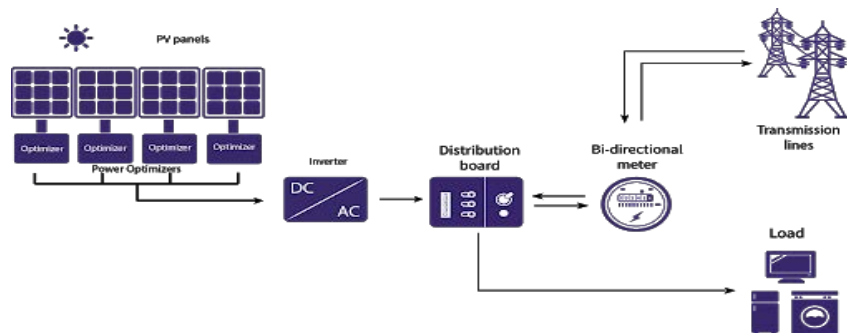
b. Polycrystalline

Polycrystalline terbuat dari batang silikon yang dilelehkan dan kemudian dicetak oleh pipa paralel. Panel surya ini berbentuk persegi dengan ketebalan 180-230 mikrometer. Tujuan pembuatan jenis ini untuk menurunkan harga produksi, namun untuk nilai operasi produksinya lebih rendah yaitu sekitar 12-14%.

2. Lapisan Tipis

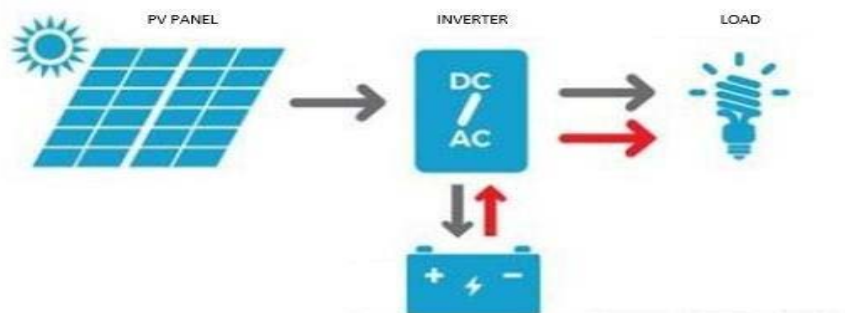
Lapisan tipis yang dimaksud adalah silikon jenis thin film dengan pembuatannya menggunakan metode plasma-enhanced chemical vapor deposition (PEVCD) dari gasilane dan hydrogen. Dengan metode ini menghasilkan silikon yang tidak memiliki arah orientasi kristal atau diketahui 12 dengan amorphous silikon kristal dengan nilai operasi produksi tertingginya adalah 19,5% [11].

Sistem kerja dari system PLTS *On-Grid* yaitu komponen panel surya akan mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik DC setelah itu grid inverter akan merubah listrik DC menjadi AC yang dipararelkan dengan jaringan PLN. Jika ada kelebihan dari daya yang dihasilkan oleh PLTS maka daya tersebut akan disuplai ke jaringan PLN. Sebaliknya jika daya yang dihasilkan PLTS kurang maka daya akan disuplai dari jaringan PLN [11]. Sistem kerja PLTS *On-Grid* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 PLTS On-Grid

Sistem kerja PLTS *Off-Grid* yaitu komponen panel surya akan mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik DC, energi DC akan disimpan terlebih dahulu di baterai sebelum grid inverter merubah listrik DC menjadi AC agar dapat dikonsumsi terhadap beban AC [11]. Sistem kerja PLTS *Off-Grid* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. PLTS Off-Grid.

Daya keluaran panel surya didapat dengan cara mengalikan V_{out} dan I_{out} terukur, sesuai dengan persamaan (1).

$$P_{out} = V_{out} \times I_{out} \quad (1)$$

Daya yang dibangkitkan oleh radiasi matahari (P_{cahaya}) dapat dihitung dengan persamaan (2)

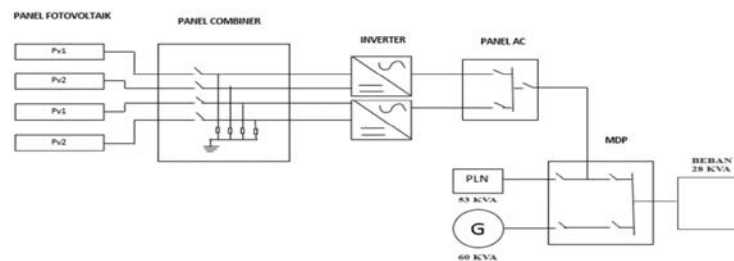
$$P_{cahaya} = G \times A \quad (2)$$

Efesiensi keluaran cahaya matahari dapat dihitung dengan membandingkan antara daya keluaran panel surya dengan daya dari cahaya matahari, sesuai dengan persamaan (3)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{cahaya}} \quad (3)$$

II. METODE PENELITIAN

Sistem pembangkit listrik tenaga surya yang diterapkan pada Aneka Jaya Ngaliyan yaitu merupakan sitem *On-Grid*, sistem *On-Grid* yaitu suatu sistem pembangkit yang terhubung dengan jaringan PLN. Pembangunan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan kapasitas 28 kW. Swalayan Aneka Jaya Ngaliyan, berlokasi di Jl. Prof. Dr. Hamka No.38A, Semarang berdiri sejak tahun 2005 menempati luas bangunan $\pm 700 \text{ M}^2$ dengan daya listrik PLN sebesar 53 kVA. Sistem kelistrikan ini di backup dengan Genset 60 kVA. Diagram satu garis sistem kelistrikan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 *single line diagram* PLTS Aneka Jaya Ngaliyan.

Hasil pengukuran radiasi matahari dari NASA, diketahui radiasi matahari tertinggi pada bulan September yaitu sebesar 6,790 kWh/m²/hari, sedangkan radiasi matahari terendah diketahui pada bulan Maret yaitu sebesar 5,148 kWh/m²/hari. Rata-rata radiasi matahari selama satu tahun di tahun 2023 yaitu sebesar 6,039 kWh/m²/hari. Radiasi matahari dari NASA ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Radiasi Matahari dari NASA

Bulan	Radiasi Matahari NASA
Januari	5,505
Februari	6,351
Maret	5,148
April	5,798
Mei	5,690
Juni	5,309
Juli	5,478
Agustus	6,114
September	6,790
Oktober	7,02
November	6,946
Desember	6,320
Rata-rata	6,039

Panel surya dengan kapasitas 500 Wp. Panel surya Aneka Jaya Ngaliyan terdiri 116 modul yang terhubung Panel surya yang digunakan pada sistem PLTS Aneka Jaya Ngaliyan adalah jenis polycrystal secara paralel. Biaya investasi awal panel surya (I) 58 kW adalah Rp.205.000.000,- (sudah termasuk biaya instalasi, mounting dan wearing). Dilihat dari spesifikasi modul panel surya, umur masa pakai (L), panel surya PLTS Aneka Jaya Ngaliyan adalah 25 tahun sehingga sampai saat ini belum dilakukan penggantian komponen panel surya. Biaya operasi dan perawatan (O&M) adalah Rp 4.100.000,-/tahun. Spesifikasi panel surya PLTS Aneka Jaya Ngaliyan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Tabel spesifikasi panel surya PLTS Aneka Jaya Ngaliyan

Diskripsi	Nilai
Tipe	M5500MB, <i>Monocrystalline</i>
Daya maksimum (Pmax)	500 Wp
Tegangan saat daya maksimum (Vpm)	42,8 V
Arus saat daya maksimum (Ipm)	11,69 - 12,28 A
Tegangan rangkaian terbuka (Voc)	51,7 V
Arus short circuit (Isc)	12,28 A
Efisiensi	15 %
Masa pakai panel surya	25 tahun
Luas penampang panel surya	2,4 m ²

Inverter yang terpasang pada PLTS Aneka Jaya Ngaliyan adalah jenis gelombang sinus murni (pure sine wave) kapasitas 58 kW dengan input tegangan DC yang dapat disesuaikan, biaya awal (I) inverter adalah Rp. 105.000.000,-, biaya penggantian (R) adalah Rp. 105.000.000,-, dan biaya operasi dan perawatan sebesar Rp 2.100.000,-, dengan umur pemakaian inverter (L) 10 tahun. Karakteristik detail dari inverter PLTS Aneka Jaya Ngaliyan ditunjukkan pada Table 3.

Tabel 3 Spesifikasi Inverter PLTS Aneka Jaya Ngaliyan.

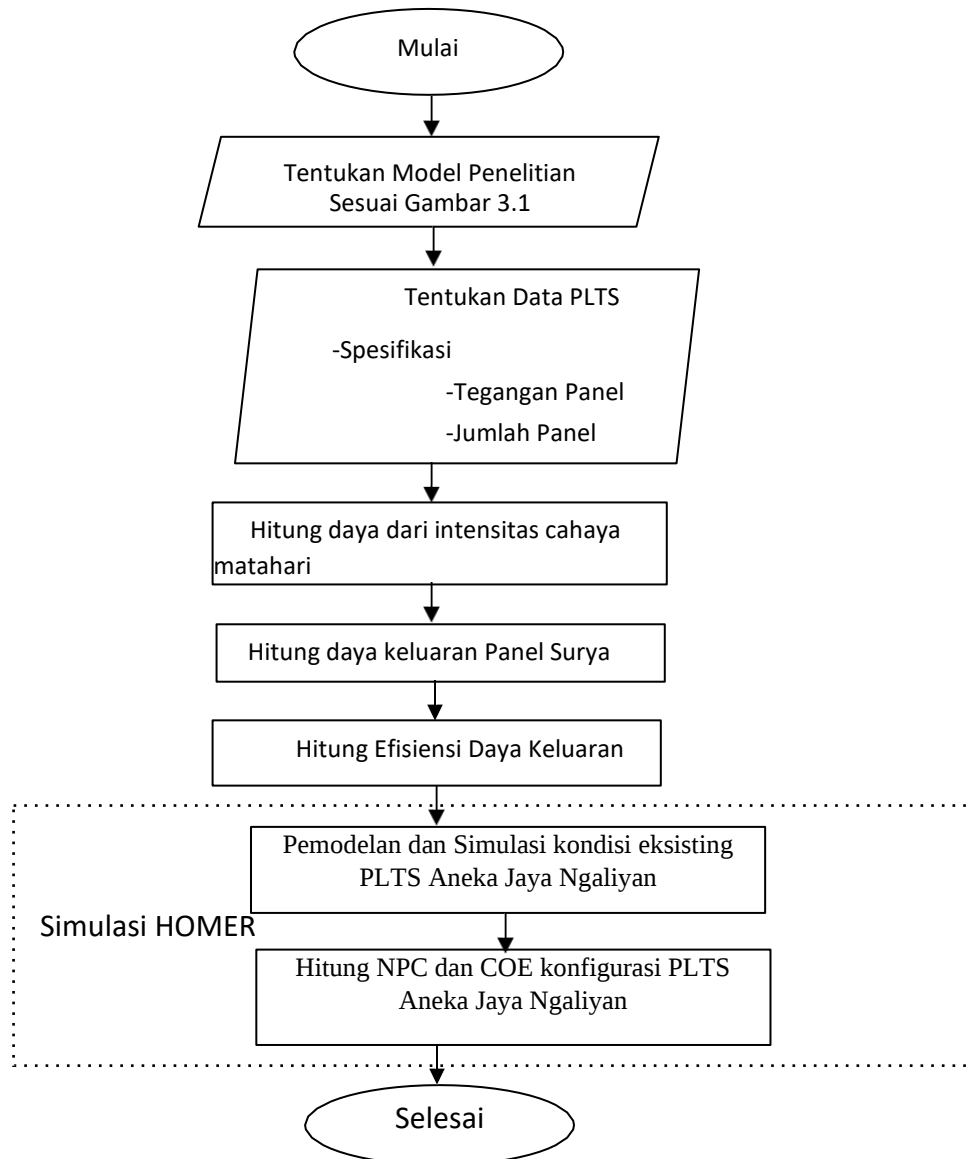
Deskripsi	Nilai
Tipe Tegangan Input DC	192/220/240/384/480
Tegangan Input AC max	380V
Frekuensi	50 Hz
Jenis Gelombang	Sinus Murni
Output Tegangan	Tiga fase 380 VAC
Noise	<50dB
Temperature	-20 - 85°C
Efisiensi	95%
Masa Pakai	10 Tahun

Potensi energi matahari sebagai sumber energi dinyatakan dalam data indeks kecerahan (Clearnex Incex) dan radiasi sinar matahari (Solar Radiation) yaitu rata-rata global radiasi matahari pada permukaan horizontal, dinyatakan dalam kWh/m², untuk setiap hari dalam satu tahun. Dari hasil pengukuran secara langsung diketahui rata-rata radiasi matahari selama satu tahun adalah 5,86 kWh/m²/hari dengan radiasi matahari tertinggi yaitu pada bulan September sebesar 6,58 kWh/m²/hari. Sedangkan radiasi matahari terendah dihasilkan pada bulan Juni yaitu sebesar 4,19 kWh/m²/hari. Secara keseluruhan data teknis dan ekonomis dari komponen PLTS Aneka Jaya Ngaliyan yang terdiri dari Panel Surya (PV) dan Inverter (INV), ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Teknis dan Ekonomis Komponen PLTS Aneka Jaya

Komponen			Biaya		
Nama	Kapasitas (kW)	L (th)	I (Rp)	R (Rp)	O&M (Rp)/Tahun
PV	58	25	205.000.000	0	4.100.000
INV	58	10	105.000.000	105.000.000	2.100.000

Saat melakukan penelitian, diperlukan adanya tahapan-tahapan agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan, pada penelitian ini terdapat alur penelitian seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dilihat pada Tabel 5 hasil perhitungan efisiensi dari penl surya yang dilakukan pengukuran selama 30 hari dengan efisiensi tertinggi pada tanggal 24 September yaitu sebesar 16,35% dan efisiensi terendah pada tanggal 14 September yaitu sebesar 12,38% dengan efisiensi rata-rata sebesar 14,98%. Data Tabel 5 diambil pada tanggal 1-30 September 2022 pada pukul 07.00-17.00 WIB di Aneka Jaya Ngaliyan.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Efisiensi Daya Keluaran Panel Surya

Tanggal	P (Watt)	Pahaya (Watt)	Efisiensi (%)
1 Sep 2023	273,75	1829,088	14,97
2 Sep 2023	264,02	1809,600	14,59
3 Sep 2023	280,35	1851,360	15,14
4 Sep 2023	276,55	1778,976	15,54
5 Sep 2023	268,77	1826,304	14,72
6 Sep 2023	253,25	1748,352	14,48
7 Sep 2023	263,28	1748,352	15,06
8 Sep 2023	263,28	1748,352	15,06
9 Sep 2023	280,02	1848,576	15,15
10 Sep 2023	270,08	1859,712	14,52
11 Sep 2023	267,23	1870,848	14,28
12 Sep 2023	263,36	1829,008	14,40
13 Sep 2023	257,91	1870,848	13,79
14 Sep 2023	217,10	1753,920	12,38
15 Sep 2023	286,63	1868,064	15,34
16 Sep 2023	287,74	1812,384	15,88
17 Sep 2023	207,63	1717,728	12,09
18 Sep 2023	276,44	1650,912	16,74
19 Sep 2023	283,28	1792,896	15,80
20 Sep 2023	299,91	1862,496	16,10
21 Sep 2023	291,21	1909,824	15,25
22 Sep 2023	300,77	1946,016	15,46
23 Sep 2023	280,78	1781,760	15,76
24 Sep 2023	312,72	1912,608	16,35
25 Sep 2023	286,80	1870,848	15,33
26 Sep 2023	291,55	1957,152	14,90
27 Sep 2023	295,54	1948,800	15,16
28 Sep 2023	285,00	1901,472	14,99
29 Sep 2023	267,69	1893,120	14,14
30 Sep 2023	289,86	1868,064	15,52

Merujuk pada persamaan 3 maka perhitungan efisiensi daya keluaran panel surya sebagai berikut:

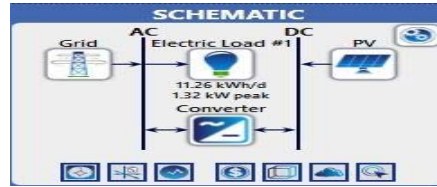
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{ahaya}} \times 100$$

$$= \frac{273,75}{1829,088} \times 100$$

$$= 14,97 \%$$

$$\eta = 14,97 \%$$

Simulasi konfigurasi PLTS Aneka Jaya Ngaliyan menggunakan perangkat lunak HOMER, Pemodelan pada sistem ini sesuai dengan sistem yang ada di PLTS Aneka Jaya Ngaliyan. Dimana panel surya yang digunakan berkapasitas 28 kW sistem ini terhubung dengan jaringan listrik PLN. Konfigurasi HOMER ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Konfigurasi HOMER PLTS Aneka Jaya Ngaliyan

Hal ini bertujuan agar dapat diketahui performa kinerja dari Pembangkit Listrik Aneka Jaya Ngaliyan dalam memenuhi kebutuhan listrik yang tersedia. Pada pemodelan ini akan dianalisis biaya saat ini (Net Present Cost) dan biaya produksi listrik per kWh (Cost Of Energy) yang dihasilkan oleh sistem. NPC dan COE yang diketahui adalah parameter kinerja dari PLTS Aneka Jaya Ngaliyan saat ini. Hasil pemodelan PLTS Aneka Jaya Ngaliyan ditunjukkan pada Table 6.

Table 6 Hasil Simulasi PLTS Aneka Jaya Ngaliyan dengan software HOMER.

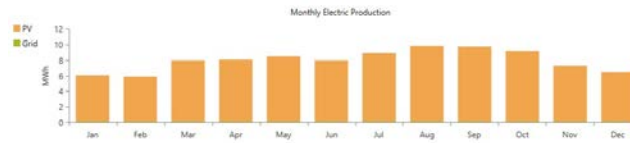
Parameter	Hasil
Total NPC (Rp)	507.498.200,-
Total COE (Rp/kWh)	426,69
Biaya Operasional	15.112.500
Produksi Energi PLTS (kWh/tahun)	95.705
Total Konsumsi Energi (kWh/tahun)	91.012
Konsumsi PLTS (kWh/tahun)	86.903
Konsumsi dari PLN (kWh/tahun)	4.109

Total biaya saat ini (NPC) sistem PLTS on grid adalah Rp. 507.498.200,- dengan biaya produksi listrik sebesar Rp 426,69/kWh. Total produksi energi PLTS Aneka Jaya Ngaliyan adalah 95.705 kWh/tahun dengan biaya operasi sebesar Rp. 15.112.500,-/tahun. Konsumsi energi listrik pada sistem PLTS Aneka Jaya Ngaliyan sebesar 91.012 kWh/tahun.

Dari hasil Analisa HOMER, total produksi energi listrik PLTS Aneka Jaya Ngaliyan yang terdiri dari panel surya kapasitas 28 kW sebesar 95.705 kWh/tahun. Kontribusi pembangkit panel surya sebesar 95.705 kWh/tahun (14%).

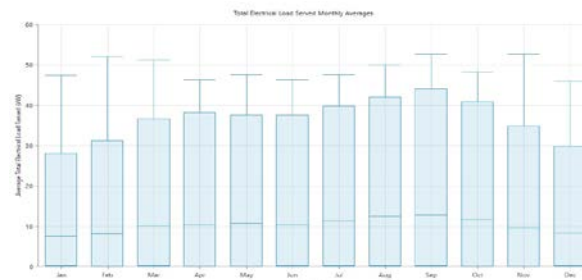
Total produksi energi listrik yang dihasilkan PLTS Aneka Jaya Ngaliyan secara keseluruhan ditampilkan pada Gambar 4. Pembangkitan energi listrik tertinggi yang

dihasilkan oleh panel surya terjadi pada bulan September, sedangkan untuk pembangkitan energi terendah terjadi pada bulan Februari.



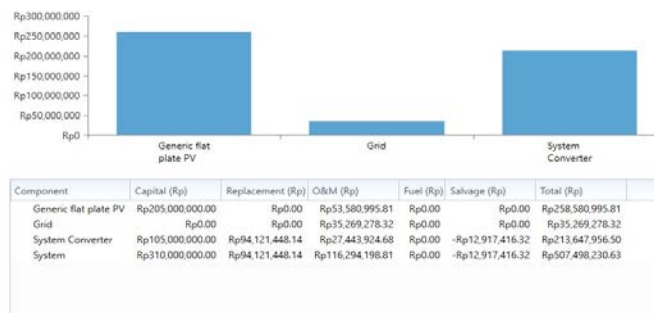
Gambar 4 Produksi Energi Listrik PLTS Aneka Jaya

Hasil dari simulasi yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak HOMER telah diketahui kebutuhan energi listrik yang harus disuplai untuk memenuhi permintaan beban kelistrikan di Aneka Jaya sebesar 91.012 kWh/tahun, dengan presentase sebesar 95,48% atau 86.903 kWh/tahun dari total energi yang dibangkitkan oleh PLTS dan 4.109 kWh/tahun disuplai dari PLN. Hasil simulasi diketahui beban puncak system pada bulan September dan kebutuhan terendah pada bulan Januari. Maka dari itu dengan sistem PLTS On grid ini Aneka Jaya bisa menghemat pembayaran listrik ke PLN, dengan penggunaan daya 4.109 kWh/Tahun dengan biaya per kWh Rp. 1.467. jadi dalam 1 tahun Aneka Jaya hanya perlu membayar tagihan listrik sebesar Rp. 6.027.900. Apabila Aneka Jaya tidak menggunakan sistem PLTS On Grid ini mereka harus membayar sebesar daya listrik keseluruhan yang mereka gunakan yaitu 91.012 kWh dengan tagihan pertahun Rp. 133.514.604,-. Ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Total penggunaan energi listrik PLTS Aneka Jaya

Hasil simulasi yang dilakukan pada perangkat lunak HOMER diketahui total biaya sekarang (NPC) system sebesar Rp. 507.498.200,-. Biaya modal awal PLTS Aneka Jaya Ngaliyan sebesar Rp. 310.000.000,-, biaya penggantian Rp. 94.121.448,-. Untuk biaya perawatan sebesar 116.294.198,-. Dengan biaya salvage Rp. 12.917.416,-. Ditampilkan pada Gambar 6



Gambar 6 Biaya Saat ini PLTS Aneka Jaya

IV.KESIMPULAN

1. Analisa kinerja panel surya 58kW PLTS Aneka Jaya Ngaliyan melalui data logger yang ada dilokasi dan perhitungan terhadap daya keluaran panel surya pada PLTS Aneka Jaya Ngaliyan didapat nilai efisiensi daya keluaran sebesar 14%.
2. Biaya NPC PLTS Aneka Jaya Ngaliyan dengan proyek life selama 25 tahun yaitu sebesar Rp. 507.498.200,-
3. Biaya COE PLTS Aneka Jaya Ngaliyan dengan sistem pembangkit PLTS 58 kW yaitu sebesar Rp. 426,69.
4. Dengan Sistem PLTS On Grid dan Kwh EXIM, biaya listrik pertahun Aneka Jaya hanya menjadi Rp. 6.027.903.

DAFTAR PUSTAKA

- S. Sukmajati and M. Hafidz, "Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw On Grid Di Yogyakarta," 2015.
- S. Smart and M. Unud, "Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga," no. September, 2019.
- B. Sujito " Permen ESDM Nomor 2 Tahun 2024" 2024.
- M. Aulia, "Evaluasi Kinerja Turbin Angin di. Kawasan Pembangkit Listrik tenaga Hibrid Kampung Nelayan Pandansimo Bantul Yogyakarta," Tek. Fis. Univ. Gajah Mada, 2012.
- J. Pradiyo, B. Winardi, and A. Nugroh, "Evaluasi Dan Optimasi Sistem Off Grid Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Plth) Bayu Baru, Bantul, D.I. Yogyakarta," Univ. Diponegoro, Semarang, vol. TRANSIENT, no. 03, pp. 557-564, 2015.
- S. Haerurrozi, Abdul Natsir, "Analisis Unjuk Kerja Plts On-Grid Di Laboratorium Energi Baru Terbarukan (Ebt) Universitas Mataram," J. Chem. Inf. Model., vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699, 2019.
- Kunaifi, "Program Homer Untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrida di Provinsi Riau," Semin. Nas. Inform. 2010 (semnasIF 2010) UPN "Veteran" Yogyakarta, vol. 2010, no. semnasIF, pp. 18-27, 2010.
- M. R. Wicaksana, I. N. S. Kumara, I. A. D. Giriantari, and R. Irawati, "Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 kWp Pada Kantor Gubernur Bali," J. SPEKTRUM, vol. 6, no. 3, pp. 107-113, 2019.
- B. Winardi, A. Nugroho, and J. Pradityo, "Operasi Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Bayu Baru di Bantuk D.I. Yogyakarta," Inst. Teknol. Negeri Malang, pp. 1-6, 2018.

Contained Energy Indonesia, “Buku Panduan Energi yang Terbarukan,” 2013.

- I. H. Fikri, Analisis Rasio Performa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap On-Grid 35kWp Pada Gedung Energi Dan Sumber Daya Mineral Jawa Tengah, no. May. 2019.