

Analisis Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya *On-Grid* 10 kWp di Universitas Al-Azhar Mataram

Virgian Puji Hadianto¹, Ida Ayu Sri Adnyani¹, Abdul Natsir¹, I Ketut Perdana Putra¹

¹ Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering University of Mataram, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received February 01, 2023

Revised February 23, 2023

Accepted February 28, 2023

Keywords:

Solar Power Plant;
Net Present Cost;
Cost Of Energy;
Renewable Penetration;
HOMER.

ABSTRACT

Solar Power Plant (PLTS) is a generator that converts photon energy from the sun into electrical energy. PLTS is divided into Off-Grid and On-Grid. One of them is the use of an On-Grid PLTS system with a capacity of 10 kWp without a battery at Al-Azhar University, Mataram. Mataram Al-Azhar University plans to increase the PLTS capacity to 20 kWp. Due to the addition of PLTS capacity, it is necessary to analyze further economically with HOMER simulation. HOMER functions to find the most economical system configuration based on the value of Net Present Cost, Cost of Energy, total energy production, and Renewable Penetration. Based on these values, the most economical system configuration results are obtained with a 20 kWp On-Grid PLTS system without batteries. The lowest Net Present Cost and Cost of Energy results obtaining with a value of IDR. 3,260,109,732.09 and IDR 1,329.21 / kWh. The highest total value of energy production and Renewable Penetration is 194,047 kWh/year or 11.8%.

Corresponding Author:

Ida Ayu Sri Adnyani, Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering University of Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: adnyani70@unram.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu energi terbarukan yang sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik saat ini. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (*Direct Current*) yang dapat diubah menjadi listrik AC (*Alternating Current*). PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya dan dapat dirancang untuk kebutuhan listrik dari skala kecil sampai dengan skala besar, baik secara mandiri *off-grid (stand alone)*, *On-Grid* (terhubung dengan jaringan PLN). Saat ini penggunaan PLTS sudah meningkat, baik digunakan untuk rumah tinggal maupun untuk instansi-instansi pemerintah dan swasta. Salah satunya penggunaan PLTS di Universitas Al-Azhar Mataram.

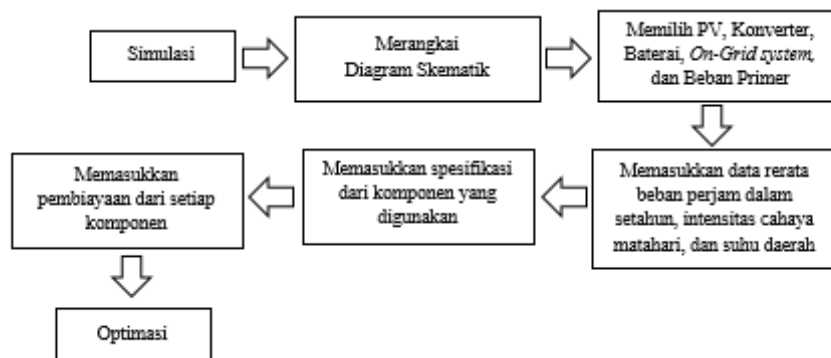
PLTS pada Universitas Al-Azhar Mataram menggunakan sistem *On-Grid* dengan kapasitas 10 kWp tanpa menggunakan baterai bertempat di Jalan Unizar 20 Turida, Sandubaya. Kinerja pada PLTS dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu dari faktor cuaca di saat musim panas (kemarau) di mana daya yang mampu dihasilkan sangat tinggi sehingga dapat mengurangi anggaran biaya listrik[1]. Berdasarkan observasi ketika memasuki musim penghujan dihasilkan daya cukup rendah pada PLTS di Universitas Al-Azhar Mataram sehingga anggarannya mampu dikurangi sedikit. Dengan kebutuhan yang semakin meningkat pihak Universitas Al-Azhar Mataram berencana untuk menambah kapasitas PLTS menjadi 20 kWp. Oleh karenanya, perlu dianalisis lebih lanjut secara ekonomis penggunaan PLTS dengan simulasi mempergunakan HOMER untuk membandingkan sistem *On-Grid* tanpa baterai dengan sistem *On-Grid* menggunakan baterai. HOMER merupakan aplikasi yang digunakan untuk mempermudah proses analisis sistem PLTS dan digunakan untuk mendapatkan nilai yang lebih ekonomis dalam penggunaan PLTS[2].

Model PLTS sistem *On-Grid* tanpa baterai dan sistem *On-Grid* menggunakan baterai. Dimana untuk PLTS *On-Grid* tanpa Baterai (*Batteryless gridtie systems*) merupakan sistem yang paling sederhana. Pada sistem ini, diperlukan modul PV (*photovoltaic*) sebagai pembangkit energi dan *inverter* yang mengubah tegangan DC menjadi AC yang terhubung ke jaringan PLN. PLTS *On-Grid* dengan Baterai (*Battery-based grid-tie systems*), sistem ini mirip dengan *stand-alone systems* yang memiliki baterai, namun sistem ini juga terhubung ke jaringan (*utility grid*)[3]. Baterai dalam suatu sistem PLTS berfungsi untuk media

penyimpanan energi. Penggunaan baterai dapat digunakan untuk menekan fluktuasi dan stabilitas tegangan pada sistem PLTS dan untuk mencegah kerusakan beban peralatan listrik[4][5]. Kelebihan energi yang dihasilkan dapat dijual ke PLN. Ke dua model *On Grid* tersebut dianalisis menggunakan simulasi HOMER. Hasil simulasi dapat diketahui dari segi teknis dan segi ekonomis. Dari segi teknis dapat diukur di mana daya yang dihasilkan panel surya maksimum diukur dengan besaran Wattpeak (Wp), yang konversinya terhadap Watthour tergantung intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan panel. Selanjutnya daya yang dikeluarkan oleh panel surya adalah daya panel dikalikan lama penyinaran[6]. Segi ekonomis dihitung menggunakan beberapa metode seperti *Net Present Cost (NPC)*, *Costs of Energy (COE)*, dan *Renewable Penetration*. *Net Present Cost (NPC)* diperlukan untuk memperoleh besaran jumlah semua komponen-komponen yang digunakan dan biaya pengoperasian yang digunakan dalam proyek yang dikerjakan[7]. Perhitungan *Costs of Energy* dilakukan untuk mendapatkan harga 1 kWh energi listrik. Sedangkan *Renewable Penetration* adalah bagian sumber energi terbarukan dari jumlah keseluruhan energi. Energi terbarukan diproduksi oleh sistem bernama *renewable energy system (RES)*[8].

2. METODE

Metode yang dipergunakan adalah simulasi HOMER dengan input data sekunder terdiri dari beban merata perjam dalam setahun, komponen-komponen yang digunakan dari PLTS *On-Grid* 10 kWp di Universitas Al-Azhar Mataram, dan data intensitas matahari. Data suhu diperoleh dari BMKG Kelas 1 Lombok Barat untuk melengkapi item-item terkait dengan aplikasi HOMER tersebut. Output berupa nilai besaran ekonomis dalam penggunaan energi listrik dan kelayakan perangkat keras. **Gambar 1** merupakan bagan dari rancangan proses simulasi HOMER dengan data-data sekunder yang diperoleh dari Universitas Al-Azhar Mataram.



Gambar 1. Diagram Perancangan Simulasi HOMER.

Adapun tahapan-tahapan proses pengolahan data input sampai mendapatkan hasil untuk menentukan layak secara teknis dan ekonomis dapat di lihat alur proses pada **Gambar 2**.

Mengumpulkan data-data sekunder penelitian yaitu beban merata perjam dalam setahun. Pengolahan data mempergunakan formula matematis untuk mendapatkan perhitungan dari segi ekonomis sebagai berikut:

1. Menghitung *Net Present Cost* menggunakan Persamaan 1.

$$NPC = Capital Costs + Replacement Costs + O\&M Costs + Fuel Costs - Salvage \quad (1)$$

2. Menghitung *Costs Of Energy* dengan Persamaan 2.

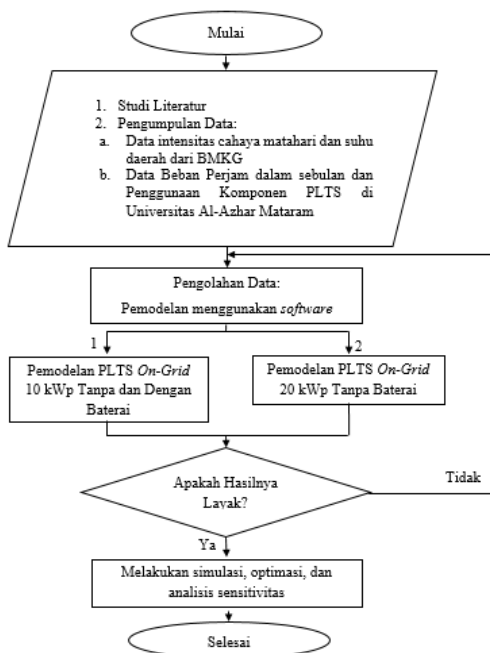
$$COE = \frac{TAC}{E_{tot.served}} \quad (2)$$

3. Menghitung Total Produksi Energi dengan Persamaan 3.

$$E_{tot.prod} = E_{photooltaic} + E_{grid} \quad (3)$$

4. Menghitung *Renewable Penetration (RP)* dapat dihitung dengan Persamaan 4.

$$RP = \frac{E_{tot.RES}}{E_{tot.sys}} \times 100\% \quad (4)$$



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan data beban listrik di Universitas Al-Azhar Mataram dengan simulasi dan optimasi HOMER untuk mendapatkan beban listrik yang di tanggung sistem PLTS *On-Grid* dengan kapasitas 10 kWp [9]. Total rerata beban listrik dalam setahun dari bulan Januari-Desember sebesar 311,877 kW dapat dilihat pada **Tabel 1**. Dari rerata bulan Januari-Desember diketahui rerata beban tertinggi terjadi pada bulan April 2021 dengan rerata perjam sebesar 28,009 kWh di mana pada saat bulan ini kegiatan belajar mengajar dan kegiatan administrasi telah dimulai secara penuh, sehingga menyebabkan beban tinggi. dan beban terendah pada bulan Januari 2021. Beban terendah terdapat pada bulan Januari dengan rerata perjam sebesar 23,534 kWh di mana pada bulan tersebut belum aktifnya secara penuh kegiatan belajar mengajar dan kegiatan administrasi.

Tabel 1. Rerata Beban Tertinggi dan Beban Terendah

Jam	Beban (kw)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nop	Des	
0	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	7,126	
1	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	7,126	
2	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	7,126	
3	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	7,126	
4	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	7,126	
5	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	7,126	
6	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	7,126	
7	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	
8	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	
9	54,606	55,604	89,962	89,962	60,962	89,962	55,254	55,254	89,962	72,962	85,962	55,254	
10	55,686	56,334	89,992	90,342	67,342	89,992	56,334	56,334	89,992	80,992	88,992	56,334	
11	53,647	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	54,295	53,647	
12	51,991	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	51,991	
13	51,991	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	51,991	
14	53,852	54,850	55,250	55,600	55,600	55,600	54,500	54,500	55,600	55,600	55,600	54,952	
15	53,847	54,495	54,895	54,895	54,895	54,895	54,495	54,495	54,895	54,895	54,895	54,247	
16	51,991	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	52,639	51,991	
17	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	5,289	
18	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	
19	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	
20	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	
21	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	
22	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	
23	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	5,614	5,614	8,026	8,026	8,026	8,026	
Jumlah	23,534	23,806	27,98	28,009	25,84	27,994	23,7777	23,75	22,994	26,911	27,786	24,496	311,877

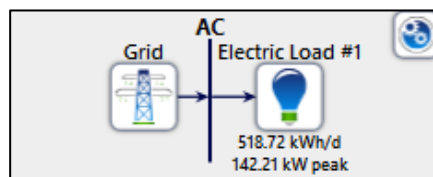
Dengan mengetahui beban tertinggi dan beban terendah di Universitas Al-Azhar Mataram, sehingga dapat direncanakan penambahan kapasitas PLTS untuk menanggulangi penggunaan beban secara merata kedepannya.

3.1. Proses Optimasi HOMER

Pada penelitian ini didapatkan 4 hasil konfigurasi sistem yang optimal untuk digunakan di Universitas Al-Azhar Mataram. Hasil konfigurasi sistem tersebut digunakan pada panel surya 0,455 kW berjumlah 25 panel untuk PLTS kapasitas 10 kWp dan 44 panel untuk PLTS kapasitas 20 kWp, 1 buah konverter 10 kW, dan 1 buah Baterai 5,12 kWh. Berdasarkan BMKG kelas 1 Lombok Barat diperoleh intensitas cahaya matahari 3,03 kWh/m²/hari dan suhu daerah 26,62 °C. Keempat hasil konfigurasi tersebut dengan perbedaan masing-masing inputan dengan rincian dan hasil konfigurasi sebagai berikut:

1. Hasil Konfigurasi Sistem PLN.

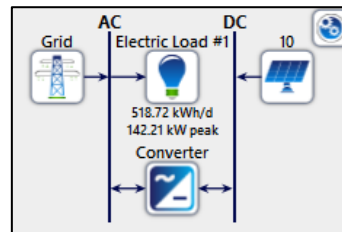
Hasil konfigurasi sistem PLN didapatkan dengan inputan dari *Load* berupa beban yang ditanggung dalam bentuk rata-rata perjam dalam sebulan yang terhubung dengan inputan *Components* dari sistem *Grid* yang terhubung dengan bus AC, ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Kongurasi Sistem PLN

2. Hasil Konfigurasi Sistem PLTS On-Grid 10 kWp Tanpa Baterai.

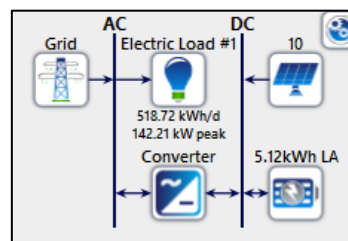
Hasil konfigurasi sistem PLTS *On-Grid* 10 kWp tanpa baterai pada **Gambar 4** didapatkan dengan inputan dari *Load* berupa beban yang ditanggung dalam bentuk rata-rata perjam dalam sebulan yang terhubung dengan inputan *Components* dari sistem *Grid* yang terhubung dengan bus AC dan sistem PV dengan kapasitas 10 kWp yang terhubung dengan bus DC menuju *Converter* lalu disalurkan ke bus AC untuk dihubungkan dengan *Load*.



Gambar 4. Konfigurasi Sistem PLTS *On-Grid* 10 kWp tanpa baterai

3. Hasil Konfigurasi Sistem PLTS On-Grid 10 kWp Dengan Baterai.

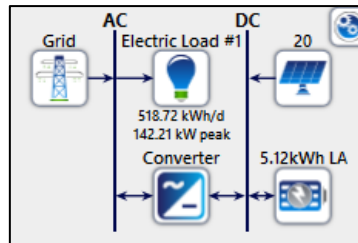
Hasil konfigurasi sistem PLTS *On-Grid* 10 kWp tanpa baterai pada **Gambar 5** didapatkan dengan inputan dari *Load* berupa beban yang ditanggung dalam bentuk rata-rata perjam dalam sebulan yang terhubung dengan inputan *Components* dari sistem *Grid* yang terhubung dengan bus AC dan bus DC yang terhubung dengan sistem PV kapasitas 10 kWp dengan tambahan *Storage* kapasitas 5,12 kWh menuju *Converter* lalu disalurkan ke bus AC untuk dihubungkan dengan *Load*.



Gambar 5. Konfigurasi Sistem PLTS *On-Grid* 10 kWp dengan baterai

4. Hasil Konfigurasi Sistem PLTS On-Grid 20 kWp Tanpa Baterai.

Hasil konfigurasi sistem PLTS *On-Grid* 20 kWp tanpa baterai didapatkan dengan inputan dari *Load* berupa beban yang ditanggung dalam bentuk rata-rata perjam dalam sebulan yang terhubung dengan inputan *Components* dari sistem *Grid* yang terhubung dengan bus AC dan sistem PV dengan kapasitas 10 kWp yang terhubung dengan bus DC menuju *Converter* lalu disalurkan ke bus AC untuk dihubungkan dengan *Load* ditunjukkan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Konfigurasi Sistem PLTS *On-Grid* 20 kWp tanpa baterai

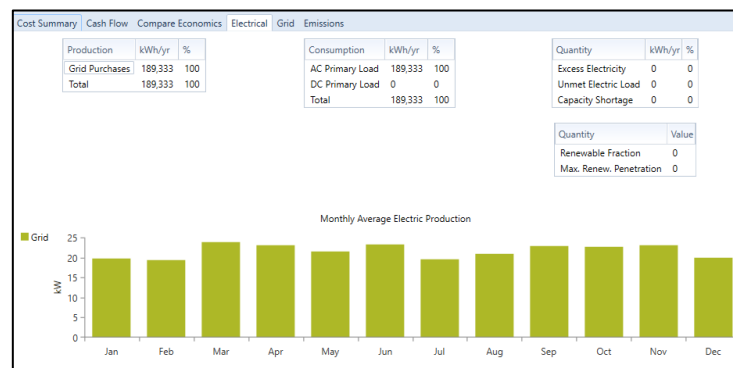
3.2. Hasil Optimasi

Hasil optimasi yang didapatkan berupa konfigurasi sistem yang optimal dengan penentuan nilai ekonomis dari beberapa faktor nilai *Net Present Cost (NPC)*, *Cost of Energy (COE)* terendah, total produksi energi, dan *Renewable Penetration (RP)* tertinggi dari setiap konfigurasi sistem ditunjukkan pada **Tabel 2**[10].

Tabel 2. Skenario Optimasi HOMER

No	Konfigurasi sistem
1	PLN
2	PLTS <i>On-Grid</i> 10 kWp tanpa baterai
3	PLTS <i>On-Grid</i> 10 kWp dengan baterai
4	PLTS <i>On-Grid</i> 20 kWp tanpa baterai

Hasil optimasi grid PLN dengan menggunakan simulasi HOMER berdasarkan beban listrik yang terpakai di Universitas Al-Azhar Mataram dengan tarif daya golongan S2/197000VA pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Hasil Produksi Energi Simulasi HOMER *Grid* PLN

Dapat diketahui, nilai ekonomis dari sistem *grid* PLN dengan total produksi energi sebesar 189.333 kWh/tahun. Adapun rincian produksi energi dapat dilihat pada **Gambar 8** dan dapat dihitung menggunakan Persamaan 3[8].

$$E_{tot.prod} = E_{photooltaic} + E_{grid}$$

$$E_{tot.prod} = 0 + 189.333$$

$$E_{tot.prod} = 189.333 \text{ kWh/tahun}$$

Terlihat bahwa untuk produksi energi *grid* PLN pada setiap bulan berbeda-beda sesuai beban, secara keseluruhan dalam setahun total konsumsi energi sebesar 189.333 kWh/tahun dengan penggunaan 100% dari *grid* PLN. Nilai NPC dapat dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$NPC = Capital Costs + Replacement Costs + O\&M Costs + Fuel Costs - Salvage$$

$$NPC = 0 + 0 + Rp\ 3.536.051.371,70 + 0 - 0$$

$$NPC = Rp\ 3.536.051.371,70$$

Untuk nilai COE dari Tabel 2 didapatkan *Cost of Energy* data hasil total energi melayani beban dan biaya total per tahun sebesar Rp. 1.444,70 dengan rincian perhitungan menggunakan Persamaan 2.

$$COE = \frac{TAC}{E_{tot.served}}$$

$$COE = \frac{189.333}{273.529.100}$$

$$COE = Rp\ 1.444,70/kWh$$

Nilai *Renewable Penetration* dengan menggunakan Persamaan 4.

$$RP = \frac{E_{tot.RES}}{E_{tot.sys}} \times 100\%$$

$$RP = \frac{0}{189.333} \times 100\%$$

$$RP = 0\%$$

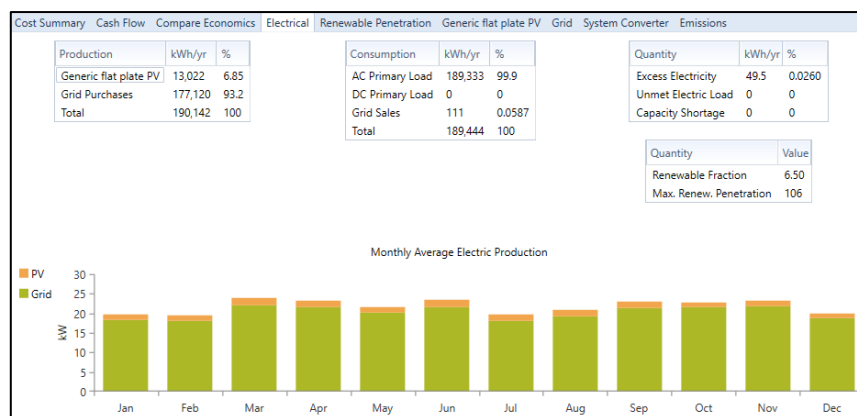
RP sebesar 0% dikarenakan pada sistem *grid* PLN menggunakan konsumsi energi dari PLN tanpa adanya sumber dari energi terbarukan. Sehingga kriteria penilaiannya ekonomis ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Nilai Ekonomis Optimasi PLN

Kriteria Penilaian	Nilai
Total Produksi Energi (kWh/tahun)	189.333
NPC (Rupiah)	3.536.051.371,70
Cost of Energy	1.444,70
Renewable Penetration (%)	0

Hasil optimasi sistem PLTS *On-Grid* tanpa baterai dengan menggunakan simulasi HOMER berdasarkan spesifikasi yang terpakai di Universitas Al-Azhar Mataram yaitu, solar panel dengan kapasitas 455 Watt berjumlah 25 dan dengan konverter berkapasitas 10 kW berjumlah 1 seperti terlihat pada **Gambar 8**. Produksi energi PLTS *On-Grid* 10kWp tanpa baterai pada setiap bulan berbeda-beda dan dapat diketahui

PLTS berperan hanya sebesar 6,85% atau 13.022 kWh/tahun sedangkan grid PLN mampu memberikan peran sebesar 93,2% atau 177.120 kWh/tahun.



Gambar 8. Hasil Produksi Energi Simulasi HOMER PLTS *On-Grid* 10 kWp Tanpa Baterai

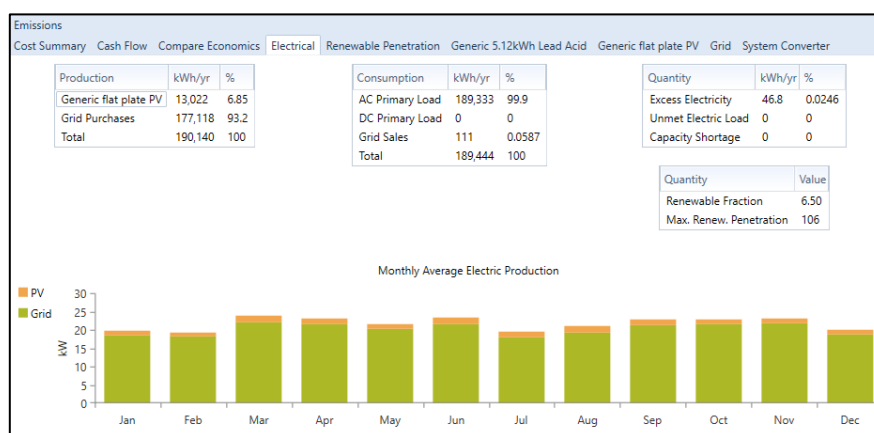
Secara keseluruhan sistem menghasilkan energi listrik sebesar 190.142 kWh/tahun. *Excess electricity* merupakan kelebihan energi yang dihasilkan sistem, yaitu sebesar 49.5 kWh/tahun. Hasil optimasi dari nilai ekonomis ditampilkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Nilai Ekonomis Optimasi PLTS *On-Grid* 10 kWp Tanpa Baterai

Kriteria Penilaian	Nilai
Total Produksi Energi (kWh/tahun)	190.142
NPC (Rupiah)	3.348.402.770,54
Cost of Energy	1.367,23
Renewable Penetration (%)	6,85

Nilai NPC dari **Tabel 4** sebesar Rp. 3.348.402.770,54. *Cost of Energy* data hasil total energi melayani beban dan biaya total per tahun sebesar Rp. 1.367,23. Nilai *Renewable Penetration* didapatkan adanya sumber dari energi terbarukan dari sistem PLTS tanpa baterai sebesar 6,85 %.

Hasil optimasi sistem PLTS *On-Grid* 10 kWp dengan baterai menggunakan simulasi HOMER berdasarkan spesifikasi yang direncanakan terpakai di Universitas Al-Azhar Mataram yaitu, solar panel dengan kapasitas 455 Watt berjumlah 25, dengan *converter* berkapasitas 10 kW berjumlah 1 dan 1 baterai kapasitas 5.12 kWh didapatkan nilai ekonomis seperti terlihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Hasil Produksi Energi Simulasi HOMER PLTS *On-Grid* 10 kWp dengan Baterai

Produksi energi PLTS *On-Grid* 10 kWp dengan baterai setiap bulan berbeda-beda. PLTS berperan sebesar 6,85% atau 13.022 kWh/tahun sedangkan *grid* PLN mampu memberikan peran sebesar 93,2% atau 177.118 kWh/tahun. Secara keseluruhan sistem menghasilkan energi listrik sebesar 190.140 kWh/tahun. *Excess electricity* merupakan kelebihan energi yang dihasilkan sistem, yaitu sebesar 46.8 kWh/tahun. Nilai ekonomis optimasi PLTS *On-Grid* 10 kWp dengan baterai terlihat pada **Tabel 5**.

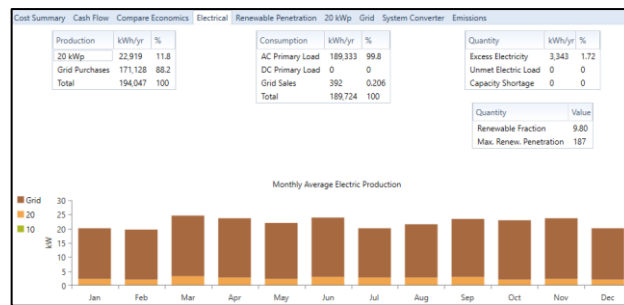
Tabel 5. Nilai Ekonomis Optimasi PLTS *On-Grid* 10 kWp Dengan Baterai

Kriteria Penilaian	Nilai
Total Produksi Energi (kWh/tahun)	190.140
NPC (Rupiah)	3.366.120.972,14
Cost of Energy	1.374,47
Renewable Penetration (%)	6,85

Nilai NPC sebesar Rp. 3.366.120.972,14. *Cost of Energy* data hasil total energi melayani beban dan biaya total per tahun sebesar Rp. 1.347,47. Dan nilai *Renewable Penetration* dari Tabel 5 didapatkan adanya sumber dari energi terbarukan dari sistem PLTS dengan baterai sebesar 6,85%.

Hasil optimasi sistem PLTS *On-Grid* 20 kWp tanpa baterai menggunakan simulasi HOMER berdasarkan spesifikasi yang direncanakan terpakai di Universitas Al-Azhar Mataram yaitu, solar panel dengan kapasitas 455 Watt berjumlah 44, dan dengan *converter* berkapasitas 10 kW berjumlah 1, dapat terlihat pada **Gambar 10**.

Produksi energi PLTS *On-Grid* 20 kWp tanpa baterai berperan sebesar 11,8% atau 22.919 kWh/tahun sedangkan *grid* PLN mampu memberikan peran sebesar 88,2 % atau 171.128 kWh/tahun. Secara keseluruhan sistem menghasilkan energi listrik sebesar 194.047 kWh/tahun. *Excess electricity* merupakan kelebihan energi yang dihasilkan sistem, yaitu sebesar 3.343 kWh/tahun. Untuk kriteria penilaian ekonomis dapat dilihat pada **Tabel 6**.



Gambar 10. Hasil Produksi Energi Simulasi HOMER PLTS *On-Grid* 20 kWp Tanpa Baterai

Tabel 6. Nilai Ekonomis Optimasi PLTS *On-Grid* 20 kWp Tanpa Baterai

Kriteria Penilaian	Nilai
Total Produksi Energi (kWh/tahun)	194.047
NPC (Rupiah)	3.260.109.732,09
Cost of Energy	1.329,21
Renewable Penetration (%)	11,8

3.3. Perbandingan Hasil Optimasi

Dengan membandingkan nilai ekonomis dari beberapa konfigurasi sistem yang ingin digunakan, maka dapat diketahui konfigurasi yang lebih menguntungkan untuk memenuhi beban terpakai di Universitas Al-Azhar Mataram. **Tabel 7** menunjukkan hasil perbandingan tersebut.

Tabel 7. Perbandingan Nilai Ekonomis Hasil Optimasi

Kriteria Penilaian	PLN	PLTS <i>On-Grid</i> 10 kWp tanpa baterai	PLTS <i>On-Grid</i> 10 kWp dengan baterai	PLTS <i>On-Grid</i> 20 kWp tanpa baterai
Total produksi Energi (kWh/tahun)	189.333	190.142	190.140	194.047
NPC (Rupiah)	3.536.051.371,70	3.348.402.770,54	3.366.120.972,14	3.260.109.732,09
Cost of Energi (Rupiah/kWh)	1.444,70	1.367,23	1.374,47	1.329,21
Renewable Penetration (%)	0	6,85	6,85	11,8

Tabel 7 menunjukkan didapatkan total produksi energi dari keempat sistem yang tertinggi terdapat pada sistem yang menggunakan PLTS *On-Grid* 20 kWp tanpa baterai sebesar 194.047 kWh/tahun. Berdasarkan nilai *Net Present Cost* dari keempat sistem didapatkan nilai NPC terendah pada sistem yang menggunakan PLTS *On-Grid* 20 kWp tanpa baterai sebesar Rp. 3.260.109.732,09. *Cost of Energy* dari keempat sistem didapatkan nilai COE terendah pada sistem yang menggunakan PLTS *On-Grid* 20 kWp tanpa baterai sebesar Rp. 1.329,21. Untuk nilai *Renewable Penetration* yang didapatkan dari keempat sistem didapatkan nilai *Renewable Penetration* tertinggi pada PLTS *On-Grid* 20 kWp tanpa baterai sebesar 11,8 %. Sehingga dari keempat konfigurasi tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai yang lebih ekonomis dengan konfigurasi sistem PLTS *On-Grid* 20 kWp tanpa baterai berdasarkan pertimbangan nilai-nilai ekonomis yang ada.

4. KESIMPULAN

Hasil optimasi yang dilakukan memberikan konfigurasi sistem yang paling optimal untuk digunakan di Universitas Al-Azhar Mataram. Konfigurasi sistem tersebut adalah dengan PLTS *On-Grid* 20 kWp tanpa baterai dengan spesifikasi 44 buah panel surya kapasitas 455 Watt, 1 buah konverter kapasitas 10 kW. Nilai *Net Present Cost* dan *Cost of Energy* terendah dengan nilai *Net Present Cost* sebesar Rp. 3.260.109.732,09 dan untuk *Cost of Energy* sebesar Rp 1.329,21 /kWh, dan diperoleh berdasarkan nilai total produksi energi dan *Renewable Penetration* tertinggi dengan nilai total produksi energi sebesar 194.047 kWh/tahun, untuk nilai *Renewable Penetration* di peroleh sebesar 11,8 %.

Penggunaan panel surya pada Universitas Al-Azhar Mataram dengan penggunaan sistem saat ini PLTS *On-Grid* 10 kWp tanpa baterai berkontribusi 6,85 % dalam setahun dan *grid* PLN memberikan kontribusi yang lebih dominan sebesar 93,2 %. Hal tersebut dikarenakan beban pada Universitas Al-Azhar Mataram cukup tinggi.

REFERENCES

- [1] J. Kariongan, “Optimasi Sistem Pembangkit Hybrid Pltmh dan menuju Desa Mandiri Energi di Distrik Borme Borme - Propinsi Papua the Hybrid Pltmh and Plts Plant System Optimization in Improving Electrification Ratio and Directing To Energy Self-Sufficient Self Sufficien,” 2018.
- [2] S. Bandri and R. Andari, “Analisis mode sistem pembangkit hybrid berkelanjutan PLTMH-PLN dengan solar cell menggunakan helioscope dan HOMER,” vol. 22, no. c, pp. 291–299, 2022.
- [3] I. Sugirianta, G. Saputra, and G. Sunaya, “Modul Praktek PLTS On-Grid Berbasis Micro Inverter,” *J. Matrix*, vol. 9, no. 1, pp. 19–27, 2019..
- [4] H. Judul, “ANALISIS TEKNO-EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DI PT PERTAMINA (PERSERO) UNIT,” 2016.
- [5] P. Manimekalai, “An Overview of Batteries for Photovoltaic (PV) Systems,” vol. 82, no. 12, pp. 28–32, 2013.
- [6] S. Analisa *et al.*, “SUPRIYANTO (2021) ANALISA EFISIENSI PEMBANGKIT HYBRID PLN - SOLAR CELL 400 WP PADA APLIKASI RUMAH TINGGAL 900VA . Undergraduate thesis , Universitas Muhammadiyah Surabaya . Restricted to Repository staff only Download (993Kb) Restricted to Repository ,” 2021.
- [7] I. K. Bachtiar and M. Syafik, “Rancangan Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Tangga menggunakan Software HOMER untuk Masyarakat Kelurahan Pulau Terong Kecamatan Belakang Padang Kota Batam,” *J. Sustain.*, vol. 5, no. 2, pp. 17–22, 2016.
- [8] B. Haryanto, “Optimasi Pembangkit Hybrid PLN - Solar Cell Pada Aplikasi Home Industry,” *J. Tek. elektro*, pp. 11–13, 2018.
- [9] S. Hemat, E. Dan, and R. Lingkungan, “PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS HOMER DI SMA NEGERI 6 SURAKARTA SEBAGAI,” pp. 21–36, 2019.
- [10] S. Bandri, “Studi Pengaruh Sistem On Grid Terhadap Keekonomisan Pemakaian Daya Listrik,” vol. 10, no. 1, pp. 0–6, 2021.

BIOGRAPHY OF AUTHORS

Virgian Puji Hadiano lahir di Mataram, pada tanggal 29 Agustus 1999. Telah menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram pada tahun 2022. Bidang penelitian yang diminati adalah energy baru dan terbarukan. Email: pujivirgian@gmail.com



Ida Ayu Sri Adnyani adalah staf pengajar di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram sejak tahun 1998. Pendidikan Strata 1 (S.1) di Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana diselesaikan Tahun 1997. Menyelesaikan pendidikan, S2 Ergonomi Fisiologi Kerja 2003 dan S3 Ergonomi - Fisiologi Kerja 2013, masing-masing di Univ. Udayana. Sekarang bekerja sebagai dosen di Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram. Bidang penelitian adalah Sistem Tenaga Listrik. Dalam 10 tahun terakhir telah menghasilkan beberapa jurnal nasional dan internasional.



Abdul Natsir lahir di Bima, Nusa Tenggara Barat Indonesia. Lulus Sarjana Teknik Elektro tahun 1996 dari Institut Teknologi Nasional Malang dan Magister Teknik dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember tahun 2000. Sekarang sebagai dosen di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram, Indonesia. Minat penelitiannya adalah sistem pembangkit listrik, energi terbarukan dan sistem jaringan mikro cerdas. Pernah menjadi asesor kompetensi di bidang energi terbarukan di Badan Nasional Sertifikasi Profesi.



I Ketut Perdana Putra adalah staf pengajar di Jurusan Teknik Eelektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram sejak tahun 2000. Pendidikan Sarjana (S-1) di Jurusan Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada selesai tahun 1997, dan Magister Ilmu Teknik diselesaikan tahun 2004. Sekarang bekerja sebagai dosen di Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram. Bidang penelitian yang geluti adalah Sistem Tenaga Listrik.