

POTENSI PENGHEMATAN BIAYA TAGIHAN LISTRIK PASCA PEMASANGAN PLTS ATAP GEDUNG RUSUNAWA UNIVERSITAS UDAYANA

I Wayan Dicky Widiandika Putra^{1*}, Wayan Gede Ariastina², Ida Ayu Dwi Giriantari², I Nyoman Setiawan², I Wayan Sukerayasa², I Nyoman Satya Kumara²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jln. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kec. Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali 80361

Email: widiandika.dicky@gmail.com*

ABSTRAK

Ketersediaan sumber daya alam yang terbatas dan berdampak terhadap lingkungan dari pemanfaatan pembangkitan energi listrik berbahan dasar fosil menjadi dasar pemerintah dalam mengembangkan pemanfaatan energi baru dan terbarukan (EBT). Salah satu pemanfaatan EBT yang berpotensi besar di Indonesia adalah dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atap dimana dalam perancangannya tidak memerlukan lahan dan tempat yang luas untuk penempatan modul surya. Pada penelitian ini, dirancang desain PLTS atap *on-grid* pada gedung Rusunawa Universitas Udayana dengan skenario modul surya kapasitas 20 kWp, 15 kWp, dan 10 kWp yang dikonfigurasi dengan 1 *inverter* menggunakan *HelioScope*. Dimana dari hasil produksi PLTS dapat dilihat potensi penghematan biaya tagihan listrik setiap tahunnya. Berdasarkan hasil desain skenario PLTS atap diperoleh jumlah modul surya sebanyak 40 buah, 30 buah dan 20 buah dengan potensi penghematan biaya tagihan listrik sebesar Rp. 33.391.515, Rp. 28.933.478 dan Rp. 23.269.285 pertahunnya.

Kata Kunci: EBT, PLTS Atap, *On-grid*

ABSTRACT

The limited availability of natural resources and the impact on the environment that regularly using fossil-based electricity become the basis for the government to develop renewable energy. One of the potential uses of renewable energy in Indonesia is a rooftop solar power plant which in its design does not require a large area of land and space for the placement of solar modules. This research designing rooftop solar power plants with an on-grid system on the Udayana University Rusunawa building with the capacity scenario of 20 kWp, 15 kWp, and 10 kWp using HelioScope. Based on the results of rooftop solar power plants production can be seen the potential cost savings of electricity bills each year. Based on the results of the design for rooftop solar power plants scenario, the number of solar modules obtained is 40 pieces, 30 pieces and 20 pieces with potential savings in electricity bill costs of Rp. 33.391.515, Rp. 28.933.478 and Rp. 23.269.285 per year.

Keywords: Renewable Energy, Rooftop Solar Power Plants, On-Grid

1. PENDAHULUAN

Potensi rata-rata energi surya di wilayah Indonesia adalah sebesar 4,8 kWh/m²/hari. Pemerintah dalam rencana usaha penyediaan tenaga listrik (RUPTL) telah berupaya untuk mengembangkan

potensi PLTS sebesar 16.714 MW dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2028. Saat ini pembangkitan energi listrik yang telah dilakukan masih mengandalkan energi fosil dengan berkontribusi sebesar 95% yang dimana ketersediaannya semakin terbatas dan berdampak negatif pada

lingkungan. Sedangkan pemanfaatan EBT baru mencapai 2% dari total potensi EBT yang ada. Hal tersebut menjadi dasar rencana pengembangan EBT paling sedikit 23% dari total bauran energi pada tahun 2025 dan paling sedikit 31% dari total bauran energi primer pada tahun 2050 [1].

Salah satu pemanfaatan EBT yang berpotensi besar di Indonesia adalah dengan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atap yang dimana perancangannya dapat dipasang pada atap – atap gedung atau rumah dimana dapat memberikan solusi dari masalah ketersediaan lahan dan tempat untuk penempatan modul terutama pada daerah perkotaan sehingga dapat membantu memenuhi pasokan energi listrik dan mengurangi tagihan pembayaran listrik setiap bulannya.

Pada penelitian ini, perancangan desain PLTS atap diterapkan pada gedung Rusunawa Universitas Udayana yang merupakan fasilitas sewa tempat tinggal bagi mahasiswa Universitas Udayana. Pemakaian energi listrik dari gedung ini setiap bulannya berkisar sebesar 1.162 kWh – 3.058 kWh. Oleh karena itu, dalam pengembangannya gedung Rusunawa Universitas Udayana direncanakan untuk dirancang PLTS atap guna mendukung upaya pemerintah dalam pemanfaatan energi baru dan terbarukan (EBT) yang nantinya dapat memenuhi kebutuhan pasokan energi listrik serta penghematan biaya tagihan listrik pada gedung Rusunawa Universitas Udayana.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik yang menggunakan panas dari radiasi matahari melalui sel surya (*photovoltaic*) dengan menghasilkan arus DC (*direct current*) yang selanjutnya akan diubah menjadi arus AC (*alternating current*) melalui *inverter*. Secara umum PLTS diklasifikasikan menjadi dua yaitu sistem PLTS *on-grid* dan sistem PLTS *off-grid* [2].

2.2 Komponen PLTS

Pada sistem PLTS tentu terdapat komponen - komponen yang beroperasi sehingga terjadi pembangkitan energi listrik. Berikut merupakan komponen utama dari PLTS.

1. Sel surya atau *solar cell* adalah komponen pada PLTS dengan prinsip *photovoltaic* yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik [3].
2. Modul Surya adalah beberapa rangkaian seri dan paralel dari sebuah sel surya yang dimana rangkaian seri paralel modul surya dapat mempengaruhi parameter tegangan dan arus pada sebuah sistem PLTS.
3. *Inverter* adalah peralatan elektronika yang berfungsi untuk mengubah arus listrik searah (DC) dari modul surya atau baterai menjadi arus listrik bolak-balik (AC) [4].
4. Baterai merupakan komponen PLTS yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya yang kemudian dapat dipergunakan pada situasi tertentu.

2.3. PLTS Atap

PLTS atap merupakan sistem PV yang lebih kecil dibandingkan dengan sistem PV yang dipasang pada lahan tanah. PLTS atap dapat menjadi solusi dari masalah ketersediaan lahan pada perkotaan [5].

2.4 Perancangan PLTS Atap

Pada tahapan perencanaan PLTS atap dilakukan analisa lokasi seperti perhitungan luas atap, tinggi gedung serta sudut kemiringan atap dan sudut azimuth dari lokasi penelitian. Tahap perencanaan juga meliputi analisa sistem kelistrikan pada lokasi penelitian seperti analisa pemakaian energi listrik pada lokasi penelitian. Selanjutnya pada tahapan perancangan dilakukan dengan menentukan tipe modul surya dan *inverter* yang akan digunakan berdasarkan masing-masing kapasitas PLTS yang akan dirancang.

Perhitungan konfigurasi seri-paralel pada perancangan PLTS atap juga sangat penting untuk dilakukan dimana dari perhitungan tersebut dapat diketahui tegangan dan arus input DC dari panel surya dan *inverter* serta untuk menentukan jumlah minimum dan maksimum dari panel surya yang dapat dirangkai secara seri maupun paralel [6].

Adapun selanjutnya yaitu melakukan perhitungan potensi penghematan biaya tagihan listrik pada lokasi penelitian dengan menghitung selisih antara data tagihan pembayaran dengan nilai tagihan setelah PLTS dipasang berdasarkan nilai produksi dari hasil desain PLTS. Penghematan biaya tagihan listrik dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Penghematan} = \text{total tagihan rill} - \text{total tagihan setelah PLTS dipasang} \quad (1)$$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di gedung Rusunawa Universitas Udayana, Bukit Jimbaran yang dilaksanakan pada bulan Maret 2023 sampai dengan bulan Juni 2023. Adapun tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan survei dan pengukuran data - data penunjang secara langsung pada tempat penelitian.
2. Mengumpulkan data pembayaran tagihan listrik dalam periode 1 tahun.
3. Menentukan kapasitas PLTS serta modul dan *inverter* yang akan digunakan.
4. Melakukan perancangan desain PLTS Atap menggunakan *HelioScope*.
5. Menghitung potensi penghematan biaya tagihan listrik dari hasil simulasi desain PLTS Atap.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Gedung Rusunawa Universitas Udayana merupakan fasilitas sewa tempat tinggal bagi mahasiswa Universitas Udayana, dibangun diatas lahan seluas 8.763 m² dengan jumlah kamar sebanyak 114 kamar dan daya tampung 220 orang dengan biaya sewa Rp. 2.100.000/orang/semester. Gambaran gedung Rusunawa Universitas Udayana dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gedung Rusunawa Universitas Udayana

4.2 Pemakaian dan Tagihan Listrik

Gedung Rusunawa Universitas Udayana merupakan pelanggan listrik dari PLN dengan *id* pelanggan 551100072726 (Yayasan Tri Dharma) dan daya terpasang sebesar 23.000 VA yang tergolong dalam tarif R-3/TR dengan biaya sebesar Rp. 1.699,53 per-kWh. Pada penelitian ini data rekening pembayaran listrik bulanan di gedung Rusunawa Universitas Udayana yang digunakan dari bulan Mei 2022 sampai dengan bulan April 2023. Pemakaian dan tagihan listrik pada gedung Rusunawa Universitas Udayana dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemakaian dan Tagihan Listrik [7]

Bulan	Pemakaian Energi (kWh)	Tagihan (Rp)
Mei '22	1.015	1.725.023
Juni '22	1.139	1.935.765
Juli '22	1.025	1.742.018
Agustus '22	920	1.563.568
September '22	1.162	1.974.854
Oktober '22	2.785	4.733.191
November '22	3.043	5.171.670
Desember '22	3.058	5.197.163
Januari '23	2.865	4.869.153
Februari '23	1.269	2.156.704
Maret '23	1.275	2.166.901
April '23	2.273	3.863.032
Total	21.829	37.099.040

Adapun rekening minimum yang harus dibayarkan oleh pelanggan sesuai dengan golongan dan daya kontraknya yang merupakan perhitungan energi minimum selama 40 jam dalam kurun waktu satu bulan. Perhitungan rekening minimum dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$RM = 40 \text{ jam nyala} \times \text{Daya Kontrak} \times \text{Tarif per-Golongan} \quad (2)$$

RM = 40 jam nyala × 23 kVA × Rp. 1699,53 = Rp. 1.563.567.

4.3 Nilai Irradiasi Matahari

Data iradiasi matahari yang digunakan pada penelitian ini dipilih pada bulan Mei 2022 sampai dengan bulan April 2023. Titik pengukuran dipilih pada koordinat Denpasar pada situs web *indonesiasolarmap.com* dengan periode setiap jam perharinya. Nilai iradiasi matahari disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Irradiasi Matahari [8]

Bulan	Nilai Irradiasi Matahari (Kwh/m ² /Hari)
Mei 2022	2,81
Juni 2022	2,57
Juli 2022	2,75
Agustus 2022	5,09
September 2022	5,32
Oktober 2022	2,92
November 2022	2,68
Desember 2022	2,71
Januari 2023	2,90
Februari 2023	3,16
Maret 2023	2,96
April 2023	2,88

4.4 Sudut Kemiringan Atap

Nilai sudut kemiringan atap gedung Rusunawa diperoleh dari penggunaan aplikasi pengukuran sudut kemiringan pada *smartphone*. Tampilan hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Pengukuran Sudut Kemiringan Atap

Dari Gambar 2. Dapat dilihat nilai sudut kemiringan atap gedung Rusunawa Universitas Udayana sebesar 16,5°.

4.5 Desain PLTS 20 kWp

Pada desain PLTS skenario pertama menggunakan *HelioScope* dimana

modul surya dengan kapasitas 500 W diatur dengan konfigurasi tinggi sebesar 11 m (36 ft), azimuth sebesar 11° dan kemiringan sebesar 16,5° menggunakan *inverter* dengan kapasitas 20 kW. Dari konfigurasi tersebut diperoleh jumlah modul surya sebanyak 40 buah (*field segment 1 & 2*) dengan total kapasitas 20 kWp. Hasil desain PLTS 20 kWp dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain PLTS 20 kWp

Berdasarkan desain diatas diperoleh modul surya yang dirangkai secara seri dengan jumlah masing – masing 20 buah.

4.5.1 Potensi Penghematan Biaya Tagihan PLTS 20 kWp

Berdasarkan desain PLTS 20 kWp diperoleh nilai penghematan biaya tagihan listrik dari perbandingan pemakaian energi dan produksi PLTS [9]. Dimana nilai tagihan tersebut hanya akan dibayarkan jika terdapat nilai impor atau kekurangan dari produksi PLTS yang terjadi setiap bulannya dikalikan tarif listrik pada gedung Rusunawa Universitas Udayana. Potensi penghematan biaya tagihan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penghematan Pembayaran Tagihan PLTS 20 kWp

Bulan	Tagihan Pembayaran (Rp)	Ekspor (kWh)	Impor (kWh)	Tagihan setelah PLTS dipasang (Rp)
Mei	1.725.023	1.731,3	0	0
Juni	1.935.765	1.476,4	0	0
Juli	1.742.018	1.653,3	0	0
Agustus	1.563.568	1.855,9	0	0
September	1.974.854	1.676,2	0	0
Oktober	4.733.191	0	34,6	58.804
November	5.171.670	0	606,9	1.031.445
Desember	5.197.163	0	837,9	1.424.036
Januari	4.869.153	0	702,1	1.193.240
Februari	2.156.704	945,3	0	0
Maret	2.166.901	1.276,4	0	0
April	3.863.032	399	0	0
Total	37.099.040	11.013,8	2.181,5	3.707.525

Dari Tabel 3. Diperoleh potensi penghematan biaya tagihan setiap

bulannya. Adapun biaya penghematan tagihan pertahunnya dapat dihitung dengan persamaan (1) sebagai berikut:

$$= \text{Rp. } 37.099.040 - \text{Rp. } 3.707.525$$

$$= \text{Rp. } 33.391.515$$

Maka, dari perhitungan dapat diketahui potensi penghematan biaya tagihan listrik dari desain PLTS 20 kWp adalah sebesar Rp. 33.391.515/tahun.

4.6 Desain PLTS 15 kWp

Pada desain PLTS skenario kedua menggunakan *HelioScope* dimana modul surya dengan kapasitas 500 W diatur dengan konfigurasi tinggi sebesar 11 m (36 ft), azimuth sebesar 11° dan kemiringan sebesar 16,5° menggunakan *inverter* dengan kapasitas 15 kW. Dari konfigurasi tersebut diperoleh jumlah modul surya sebanyak 30 buah (*field segment 1 & 2*) dengan total kapasitas 15 kWp. Hasil desain PLTS 15 kWp dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain PLTS 15 kWp

Berdasarkan desain diatas diperoleh modul surya yang dirangkai secara seri dengan jumlah masing – masing 15 buah.

4.6.1 Potensi Penghematan Biaya Tagihan PLTS 15 kWp

Berdasarkan desain PLTS 15 kWp diperoleh nilai penghematan biaya tagihan listrik dari perbandingan pemakaian energi dan produksi PLTS. Dimana nilai tagihan tersebut hanya akan dibayarkan jika terdapat nilai impor atau kekurangan dari produksi PLTS yang terjadi setiap bulannya dikalikan tarif listrik pada gedung Rusunawa Universitas Udayana. Potensi penghematan biaya tagihan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penghematan Pembayaran Tagihan PLTS 15 kWp

Bulan	Tagihan Pembayaran (Rp)	Ekspor (kWh)	Impor (kWh)	Tagihan setelah PLTS dipasang (Rp)
Mei	1.725.023	1.053,4	0	0
Juni	1.935.765	830,9	0	0
Juli	1.742.018	992,9	0	0
Agustus	1.563.568	1.171	0	0
September	1.974.854	975,9	0	0
Oktober	4.733.191	0	713,5	1.212.615
November	5.171.670	0	1.208,5	2.053.882
Desember	5.197.163	0	1.386,1	2.355.719
Januari	4.869.153	0	1.236,2	2.100.959
Februari	2.156.704	398,8	0	0
Maret	2.166.901	646,4	0	0
April	3.863.032	0	260,3	442.388
Total	37.099.040	6.069,3	4.804,6	8.165.562

Dari Tabel 4. Diperoleh potensi penghematan biaya tagihan setiap bulannya. Adapun biaya penghematan tagihan pertahunnya dapat dihitung dengan persamaan (1) Sebagai berikut:

$$= \text{Rp. } 37.099.040 - \text{Rp. } 8.165.562$$

$$= \text{Rp. } 28.933.478$$

Maka, dari perhitungan dapat diketahui potensi penghematan biaya tagihan listrik dari desain PLTS 15 kWp adalah sebesar Rp. 28.3933.478/tahun.

4.7 Desain PLTS 10 kWp

Pada desain PLTS skenario ketiga menggunakan *HelioScope* dimana modul surya dengan kapasitas 500 W diatur dengan konfigurasi tinggi sebesar 11 m (36 ft), azimuth sebesar 11° dan kemiringan sebesar 16,5° menggunakan *inverter* dengan kapasitas 10 kW. Dari konfigurasi tersebut diperoleh jumlah modul surya sebanyak 20 buah (*field segment 1 & 2*) dengan total kapasitas 10 kWp. Hasil desain PLTS 10 kWp dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain PLTS 10 kWp

Berdasarkan desain diatas diperoleh modul surya yang dirangkai secara seri dengan jumlah 20 buah.

4.7.1 Potensi Penghematan Biaya Tagihan PLTS 10 kWp

Berdasarkan desain PLTS 10 kWp diperoleh nilai penghematan biaya tagihan listrik dari perbandingan pemakaian energi dan produksi PLTS. Dimana nilai tagihan tersebut hanya akan dibayarkan jika terdapat nilai impor atau kekurangan dari produksi PLTS yang terjadi setiap bulannya dikalikan tarif listrik pada gedung Rusunawa Universitas Udayana. Potensi penghematan biaya tagihan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penghematan Pembayaran Tagihan PLTS 10 kWp

Bulan	Tagihan Pembayaran (Rp)	Ekspor (kWh)	Impor (kWh)	Tagihan setelah PLTS dipasang (Rp)
Mei	1.725.023	346,7	0	0
Juni	1.935.765	158,5	0	0
Juli	1.742.018	303,3	0	0
Agustus	1.563.568	456,4	0	0
September	1.974.854	245,8	0	0
Oktober	4.733.191	0	1.420,8	2.414.692
November	5.171.670	0	1.835,2	3.118.977
Desember	5.197.163	0	1.958,3	3.328.190
Januari	4.869.153	0	1.793,8	3.048.617
Februari	2.156.704	0	171,9	292.149
Maret	2.166.901	0	10	16.995
April	3.863.032	0	947,4	1.610.135
Total	37.099.040	1.510,7	8.137,4	13.829.755

Dari Tabel 5. Diperoleh potensi penghematan biaya tagihan setiap bulannya. Adapun biaya penghematan tagihan pertahunnya dapat dihitung dengan persamaan (1) sebagai berikut:

$$= \text{Rp. } 37.099.040 - \text{Rp. } 13.829.755$$

$$= \text{Rp. } 23.269.285$$

Maka, dari perhitungan dapat diketahui potensi penghematan biaya tagihan listrik dari desain PLTS 20 kWp adalah sebesar Rp. 23.269.285/tahun.

4.8 Perbandingan Skenario

Berdasarkan hasil simulasi desain PLTS menggunakan *HelioScope*, dari masing-masing skenario kapasitas PLTS dapat diketahui jumlah modul surya yang digunakan dan penghematan pembayaran tagihan listrik pertahunnya. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Skenario PLTS

No	Kapasitas PLTS (kWp)	Jumlah Modul (Buah)	Penghematan Tagihan (Rp)
1	20	40	33.391.515
2	15	30	28.933.478
3	10	20	23.269.285

5. KESIMPULAN

1. Berdasarkan analisa pemakaian energi diperoleh 3 skenario desain PLTS atap gedung Rusunawa Universitas Udayana yaitu dengan kapasitas 20 kWp, 15 kWp dan 10 kWp.
2. Dari tahapan perencanaan analisa lokasi diperoleh konfigurasi dari desain PLTS atap gedung Rusunawa Universitas Udayana dengan konfigurasi sudut kemiringan sebesar 16,5°, tinggi 36ft dan azimuth sebesar 11° yang diinput pada *HelioScope*.
3. Dari hasil ketiga skenario desain PLTS atap gedung Rusunawa Universitas Udayana menggunakan modul surya kapasitas 500 W dapat diketahui jumlah modul surya yang digunakan yaitu pada PLTS 20 kWp sebanyak 40 modul surya, PLTS 15 kWp sebanyak 30 modul surya dan PLTS 10 kWp sebanyak 20 modul surya.
4. Berdasarkan perbandingan produksi PLTS dengan pemakaian energi diperoleh potensi penghematan biaya tagihan dari masing-masing skenario yaitu PLTS 20 kWp dengan potensi penghematan biaya sebesar Rp. 33.391.515/tahun, PLTS 15 kWp dengan potensi penghematan biaya sebesar Rp. 28.933.478/tahun dan PLTS 10 kWp dengan potensi penghematan biaya sebesar Rp. 23.269.285/tahun.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kajian Strategis. 2022. Reviu Informasi Strategis Energi dan Mineral Harian. Laporan Harian KESDM. 21 Juli 2022.
- [2] Kumara, K.V., Kumara, I.N.S., Ariastina. W.G. 2018. Tinjauan Terhadap PLTS 24 kW Atap Gedung PT. Indonesia Power Pesanggaran Bali. E-journal Spektrum Vol. 5, No. 2 Desember 2018. Hal. 26-35.
- [3] Subandi, Slamet Hani. 2015. Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air dengan Menggunakan *Solar Cell*. Jurnal Teknologi Technoscintia Vol. 7 No. 2, Februari 2015.

- [4] Andre Setyawan dan Agus Ulinuha. 2022. Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off Grid* untuk *Supply Charge Station*. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 24, (1). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Januari 2022.
- [5] Marcelinus Anggiat Situmorang, Ida Ayu Dwi Giriantari, I Nyoman Setiawan. 2022. Perancangan PLTS Atap Gedung Perpustakaan Universitas Udayana. *Jurnal SPEKTRUM Vol. 9, No. 2, Juni 2022*.
- [6] N. A. Amna, I. D. Sara, Tarmizi. 2021. Performa Konfigurasi Modul Surya Seri dan Seri Paralel pada Kondisi *Mismatch* Karakteristik Arus-Tegangan (I-V) terhadap Daya Output. *Jurnal Rekayasa Elektrika Vol. 17, No. 4, Desember 2021*, h. 204-211.
- [7] PT PLN ULP Kuta. 2023. Pembayaran Tagihan Listrik. April 2022 – Mei 2023.
- [8] Asosiasi Energi Surya Indonesia. 2021. Dilihat 15 Mei 2023. <http://www.indonesiasolarmap.com>.
- [9] Eli Musa Reja Partogi Manalu, Wayan Gede Ariastina, Ida Ayu Dwi Giriantari, I Nyoman Setiawan, I Wayan Sukerayasa, I Nyoman Sukerayasa. 2023. Potensi Produksi PLTS Atap Gedung Rusunawa Universitas Udayana. *Unpub.*