

ANALISIS EKONOMI RANCANGAN PLTS UNTUK KAWASAN WARISAN BUDAYA DUNIA JATILUWIH

P. M. Sinaga^{1*}, W. G. Ariastina², I W. Sukerayasa², I. A. D. Giriantari²,
I N. Setiawan², I N. Satya Kumara²

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

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali-80361

patriciusinaga22@gmail.com*

ABSTRAK

Bali adalah provinsi di Indonesia yang progresif dalam memanfaatkan energi terbarukan, dengan membuat kebijakan untuk menciptakan Bali Energi Bersih, yang bertujuan untuk mengembangkan energi terbarukan termasuk energi surya. Meskipun beberapa pembangunan PLTS telah dilakukan di Bali, namun masih perlu dilakukan percepatan dalam pembangunannya untuk mencapai target yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, Kawasan Jatiluwih dipilih sebagai lokasi untuk merancang PLTS atap. Jatiluwih merupakan sebuah desa yang menjadi Warisan Budaya Dunia yang ditetapkan oleh UNESCO pada tahun 2012. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wawancara, studi literatur, dan kajian ilmiah berdasarkan jurnal yang berkaitan. Penelitian ini menggunakan dua skenario yaitu skenario pemakaian beban dan skenario luasan atap. Terdapat 45 bangunan yang memiliki aktivitas pariwisata dalam Kawasan DTW Jatiluwih, dengan kebutuhan listrik 225,37 kWh/hari. Berdasarkan kriteria pemasangan PLTS atap, terdapat lima bangunan yang memenuhi, yaitu Dukuh Baturan *Villa*, Teras Subak *Homestay*, Warung Dhea, Restoran Iga Lawar, dan Bhuana Agung *Restaurant*. Berdasarkan studi kelayakan investasi menggunakan metode *Net Present Value*, *Profitability Index*, dan *Payback Period*, diperoleh bahwa investasi perancangan PLTS atap dengan skenario berdasarkan kebutuhan beban terdapat 2 bangunan yang layak yaitu Restoran Iga Lawar dan Bhuana Agung *Restaurant*, dan berdasarkan skenario luasan atap menunjukkan investasi rancangan PLTS Kawasan Warisan Budaya Dunia Jatiluwih tidak layak untuk dilaksanakan.

Kata kunci: Energi Terbarukan, PLTS, Analisis Ekonomi.

ABSTRACT

Bali is a province in Indonesia that is progressive in utilizing renewable energy, by making a policy to create Bali Clean Energy, which aims to develop renewable energy including solar energy. Even though several Solar Power Plant developments have been carried out in Bali, it still needs to be accelerated in its application to achieve the set targets. In this study, the Jatiluwih Heritage Area was chosen as the location for designing a Rooftop solar power plant. Jatiluwih is a Village that became a World Cultural Heritage designated by UNESCO in 2012. The methods used in this research are interviews, literature studies, and scientific studies based on related journals. This study uses two scenarios, namely the load usage scenario and the roof area scenario. There are 45 buildings that have tourism activities in the Jatiluwih DTW area, with a daily electricity requirement of 225.37 kWh/day. Based on the criteria for installing a Rooftop Solar Power Plant, there were five buildings that met the criteria, namely Dukuh Batur Villa, Teras Subak Homestay, Warung Dhea, Iga Lawar Restaurant, and Bhuana Agung Restaurant. Based on the investment feasibility study using the Net Present Value, Profitability Index, and Payback Period methods, it shows that the investment in designing a Rooftop Solar Power Plant with a scenario based on load requirements has 2 feasible buildings, namely the Iga Lawar Restaurant and Bhuana Agung Restaurant, and based on the roof area scenario it shows the design investment Solar Power Plant Jatiluwih World Cultural Heritage Area is not feasible to implement.

Key Words : Renewable Energy, PLTS, Economic Analysis.

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, penggunaan energi konvensional sebagai pembangkit listrik masih dominan, tetapi negara ini sedang beralih dan mendukung penggunaan energi terbarukan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Program Nasional, target penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia pada tahun 2021 adalah sebesar 11,5% dari total energi, dengan kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga EBT (PLT EBT) yang telah tercapai mencapai 654,76 MW dari target 854,78 MW. Pemerintah berkomitmen untuk percepatan pengembangan EBT dan menargetkan mencapai 23% pada tahun 2025 [1]. Salah satu sumber energi terbarukan yang berpotensi besar di Indonesia adalah energi surya, dengan potensi energi surya sebesar 4,8 kWh/m²/hari dan potensi total sebesar 207.898 MW [2].

Pengembangan energi baru terbarukan didukung oleh Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang menjadi dasar lahirnya Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Provinsi Bali merupakan contoh yang progresif dalam pemanfaatan energi baru terbarukan, seperti tercantum dalam Peraturan Gubernur Bali Nomor 45 Tahun 2019 tentang Bali Energi Bersih. Bali memiliki potensi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebesar 1.254 MW, dengan target mengembangkan PLTS sebesar 108,2 MW pada tahun tersebut.

Kawasan Warisan Budaya Dunia Jatiluwih yang ditetapkan oleh UNESCO terletak di Desa Jatiluwih, Kecamatan Penebel, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali menjadi daya tarik wisata karena hamparan persawahan yang luas dan keunikan sistem pertaniannya yang menggunakan filosofi Tri Hita Karana. Sebagai destinasi wisata, Jatiluwih memiliki berbagai pendukung pariwisata seperti *Villa*, restoran, dan kantor pelayanan publik. Beban listrik pada siang hari sangat besar, sehingga pemasangan PLTS akan membantu memenuhi kebutuhan energi dan mengurangi beban listrik dari sumber konvensional. Penggunaan PLTS akan semakin mendukung pengembangan EBT dan membantu memenuhi kebutuhan listrik di kawasan tersebut. Namun, perlu diperhatikan agar pembangunan PLTS tidak merusak keaslian dan integritas kawasan yang telah ditetapkan sebagai Warisan Budaya Dunia oleh UNESCO.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Terbarukan

Energi terbarukan merupakan energi alternatif yang bersumber dari alam dan memiliki ketersediaan secara terus menerus, tanpa menunggu waktu yang lama untuk memproduksi energi tersebut seperti energi konvensional [3].

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi surya (matahari) untuk dikonversi menjadi energi listrik melalui modul surya [4].

2.3 Prinsip Kerja PLTS

Prinsip kerja PLTS yaitu memanfaatkan energi surya sistem aktif. PLTS menggunakan sel surya untuk mengkonversi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik secara langsung [5].

2.4 Modul Surya

Modul Surya merupakan komponen yang berfungsi untuk mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses fotoelektrik, energi yang dihasilkan adalah arus searah (DC) [6].

2.5 Inverter

Inverter adalah suatu perangkat elektrik yang terhubung ke sistem PLTS untuk mengubah listrik DC yang berasal dari modul surya menjadi listrik AC yang dapat dimasukkan ke dalam jaringan listrik [7].

2.6 Meter Ekspor Impor

Meter ekspor impor adalah sebuah mekanisme layanan, dimana listrik yang dihasilkan oleh sistem panel surya atap dapat diekspor ke jaringan distribusi PLN, dan bisa digunakan kembali untuk konsumsi rumah tangga tersebut [8].

2.7 Aspek Ekonomi

Aspek Ekonomi membahas tentang bagaimana perusahaan berkembang yang tentunya berdampak positif terhadap pendapatan yang diperoleh [9].

2.8 Aliran Kas

Aliran kas adalah aliran pemasukan dan pengeluaran kas yang dapat mengubah kondisi kas pada proyek atau perusahaan di setiap periode pembukuan [10].

2.9 Pendapatan

Pendapatan merupakan aspek yang sangat penting pada analisis teknik untuk memperkirakan besarnya pendapatan yang akan diperoleh dari suatu investasi atau suatu proses produksi [11].

2.10 Biaya Siklus Hidup

Biaya Siklus hidup dapat diperhitungkan dengan persamaan berikut [12]:

$$LCC = C + M_{PW} + R_{PW} \quad (1)$$

2.11 Faktor Pemulihan Modal

Faktor pemulihan modal diperoleh dengan persamaan berikut [12]:

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (2)$$

2.12 Cost of Energy

Untuk melakukan perhitungan COE dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut [12]:

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{kWh} \quad (3)$$

2.13 Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi

Dalam melakukan analisis ekonomi pada sistem PLTS terdapat beberapa indikator yang sering digunakan, yaitu *Net Present Value* (NPV), *Profitability Index* (PI), *Life Cycle Cost* (LCC), *Cost of Energy* (COE), *Capital Recovery Factor* (CRF), serta *Payback Period* (PP) [13].

2.14 Net Present Value

NPV dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [12]:

$$NVP = \sum_{t=1}^T \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - II \quad (4)$$

2.15 Profitability Index

Teknik *Profitability Index* dihitung dengan persamaan berikut [14]:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{NCF_t(1+i)^{-t}}{II}}{II} \quad (5)$$

2.16 Payback Period

Teknik PP dirumuskan dengan persamaan berikut [15]:

$$PP = n + \frac{(a-b)}{(c-b)} \times 1 \text{ tahun} \quad (6)$$

3. METODE PENELITIAN

Lokasi yang dipilih untuk penelitian ini yaitu di Kawasan Warisan Budaya Dunia

Jatiluwih. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jurnal atau artikel ilmiah, buku, dan *website* yang terkait dengan penelitian ini serta data terkait instalasi kelistrikan pada bangunan kawasan Jatiluwih bersumber dari PT. PLN (Persero) dengan *datasheet* komponen yang kemudian disusun dan digunakan sebagai referensi.

Langkah - langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Melakukan survei harga komponen-komponen yang digunakan berdasarkan pada rancangan PLTS untuk Kawasan Warisan Budaya Dunia Jatiluwih.
- Kemudian melakukan kajian ekonomi dari rancangan PLTS dengan menghitung biaya investasi awal, biaya pemeliharaan dan operasional, serta perhitungan pendapatan penjualan energi listrik.
- Selanjutnya melakukan analisis kelayakan investasi dari rancangan PLTS dengan menggunakan metode *Life Cycle Cost* (LCC), *Cost of Energy* (COE), *Net Present Value* (NPV), *Profitability Index* (PI), dan *Payback Period* (PP).
- Penarikan kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir yang bertujuan untuk pengambilan kesimpulan dari semua tahapan penelitian yang dilakukan dan pemberian saran untuk kedepannya agar lebih baik lagi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Kawasan Warisan Budaya Dunia Jatiluwih

Jatiluwih adalah sebuah desa yang menjadi daya tarik wisata karena mempunyai hamparan persawahan luas. Topografi desa ini berbukit-bukit sehingga persawahan sebagai lahan utama penghidupan penduduk harus dibuat bertingkat-tingkat (berteras). Terasing sawah dibuat selain untuk memenuhi fungsi utamanya sebagai pengatur irigasi persawahan, juga merupakan cermin dari bertahannya kebudayaan lokal, khususnya bertahannya sistem mata pencaharian di bidang pertanian. Pada Gambar 1 dapat dilihat Kawasan persawahan terasing desa Jatiluwih.



Gambar 1. Kawasan Terasering Jatiluwih

4.2 Analisis Ekonomi Berdasarkan Kebutuhan Beban

Perancangan PLTS dilakukan pada bangunan yang memiliki aktivitas pariwisata di kawasan daya tarik wisata Jatiluwih yang telah di observasi dan memenuhi kriteria bangunan yang harus dipenuhi sebelum pemasangan PLTS atap yaitu struktur atap, umur bangunan, dan sudut kemiringan atap. Terdapat lima bangunan yang memenuhi kriteria. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nama Bangunan Yang Memenuhi Kriteria Pemasangan PLTS

| No | Nama Bangunan |
|----|--------------------------------|
| 1 | Dukuh Baturan <i>Villa</i> |
| 2 | Teras Subak <i>Homestay</i> |
| 3 | Warung Dhea |
| 4 | Restoran Iga Lawar |
| 5 | Bhuana Agung <i>Restaurant</i> |

4.2.1 Biaya Investasi Awal Berdasarkan Kebutuhan Beban

Berdasarkan kebutuhan beban maka untuk biaya investasi awal rancangan sistem PLTS Kawasan Jatiluwih ditampilkan pada Tabel 2 sampai dengan 6.

Tabel 2. Biaya investasi awal PLTS bangunan Dukuh Baturan *Villa* 2,05 kWp

| No | Description | Qty | Unit price (Rp) | Amount (Rp) |
|-------|--|-------|-----------------|-------------|
| 1 | Panel Surya Trina Solar TSM-DE15M(II) 410 | 5 | 2.800.000 | 14.000.000 |
| 2 | Inverter Growatt MIC 2000TL-X | 1 | 9.998.000 | 9.998.000 |
| 3 | Struktur Pemasangan Panel Surya (Penyangga, mounting, Beton) | 1 set | 3.400.000 | 3.400.000 |
| 4 | Komponen Aksesoris (Kabel, Panel penghubung, proteksi) | 1 set | 3.400.000 | 3.400.000 |
| 5 | Pemasangan/Instalasi (jasa) | 1 set | 4.100.000 | 4.100.000 |
| 6 | Logistik, Akomodasi, dan Transportasi | LS | 879.750 | 879.750 |
| 7 | Net Meter | 1 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| 8 | Smart Energy Meter (opsional) | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| TOTAL | | | | 41.277.750 |

Tabel 3. Biaya investasi awal PLTS bangunan Teras Subak *Homestay* 1,23 kWp

| No | Description | Qty | Unit price (Rp) | Amount (Rp) |
|-------|--|-------|-----------------|-------------|
| 1 | Panel Surya Trina Solar TSM-DE15M(II) 410 | 3 | 2.800.000 | 8.400.000 |
| 2 | Inverter Growatt MIC 1000TL-X | 1 | 6.129.000 | 6.129.000 |
| 3 | Struktur Pemasangan Panel Surya (Penyangga, mounting, Beton) | 1 set | 2.040.000 | 2.040.000 |
| 4 | Komponen Aksesoris (Kabel, Panel penghubung, proteksi) | 1 set | 2.040.000 | 2.040.000 |
| 5 | Pemasangan/Instalasi (jasa) | 1 set | 2.460.000 | 2.460.000 |
| 6 | Logistik, Akomodasi, dan Transportasi | LS | 698.000 | 698.000 |
| 7 | Net Meter | 1 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| 8 | Smart Energy Meter (opsional) | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| TOTAL | | | | 27.267.000 |

Tabel 4. Biaya investasi awal PLTS bangunan Warung Dhea 2,05 kWp

| No | Description | Qty | Unit price (Rp) | Amount (Rp) |
|-------|--|-------|-----------------|-------------|
| 1 | Panel Surya Trina Solar TSM-DE15M(II) 410 | 5 | 2.800.000 | 14.000.000 |
| 2 | Inverter Growatt MIC 2000TL-X | 1 | 9.998.000 | 9.998.000 |
| 3 | Struktur Pemasangan Panel Surya (Penyangga, mounting, Beton) | 1 set | 3.400.000 | 3.400.000 |
| 4 | Komponen Aksesoris (Kabel, Panel penghubung, proteksi) | 1 set | 3.400.000 | 3.400.000 |
| 5 | Pemasangan/Instalasi (jasa) | 1 set | 4.100.000 | 4.100.000 |
| 6 | Logistik, Akomodasi, dan Transportasi | LS | 879.750 | 879.750 |
| 7 | Net Meter | 1 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| 8 | Smart Energy Meter (opsional) | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| TOTAL | | | | 41.277.750 |

Tabel 5. Biaya investasi awal PLTS bangunan Restoran Iga Lawar 2,46 kWp

| No | Description | Qty | Unit price (Rp) | Amount (Rp) |
|-------|--|-------|-----------------|-------------|
| 1 | Panel Surya Trina Solar TSM-DE15M(II) 410 | 6 | 2.800.000 | 16.800.000 |
| 2 | Inverter Growatt MIC 2000TL-X | 1 | 9.998.000 | 9.998.000 |
| 3 | Struktur Pemasangan Panel Surya (Penyangga, mounting, Beton) | 1 set | 4.080.000 | 4.080.000 |
| 4 | Komponen Aksesoris (Kabel, Panel penghubung, proteksi) | 1 set | 4.080.000 | 4.080.000 |
| 5 | Pemasangan/Instalasi (jasa) | 1 set | 4.920.000 | 4.920.000 |
| 6 | Logistik, Akomodasi, dan Transportasi | LS | 998.100 | 998.100 |
| 7 | Net Meter | 1 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| 8 | Smart Energy Meter (opsional) | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| TOTAL | | | | 46.376.100 |

Tabel 6. Biaya investasi awal bangunan Bhuana Agung *Restaurant* 2,05 kWp

| No | Description | Qty | Unit price (Rp) | Amount (Rp) |
|-------|--|-------|-----------------|-------------|
| 1 | Panel Surya Trina Solar TSM-DE15M(II) 410 | 5 | 2.800.000 | 14.000.000 |
| 2 | Inverter Growatt MIC 2000TL-X | 1 | 9.998.000 | 9.998.000 |
| 3 | Struktur Pemasangan Panel Surya (Penyangga, mounting, Beton) | 1 set | 3.400.000 | 3.400.000 |
| 4 | Komponen Aksesoris (Kabel, Panel penghubung, proteksi) | 1 set | 3.400.000 | 3.400.000 |
| 5 | Pemasangan/Instalasi (jasa) | 1 set | 4.100.000 | 4.100.000 |
| 6 | Logistik, Akomodasi, dan Transportasi | LS | 879.750 | 879.750 |
| 7 | Net Meter | 1 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| 8 | Smart Energy Meter (opsional) | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| TOTAL | | | | 41.277.750 |

Semua informasi tentang biaya komponen dan biaya investasi awal untuk setiap komponen PLTS diperoleh melalui survei dari beberapa vendor yang berbasis di Bali dan luar Bali. Biaya investasi awal terbesar dapat dilihat pada Tabel 5 yaitu pada bangunan Restoran Iga Lawar dengan kapasitas PLTS sebesar 2,46 kWp berdasarkan kebutuhan beban listrik bangunan tersebut.

4.2.2 Biaya Pemeliharaan dan Operasional

Umumnya biaya pemeliharaan adalah sebesar 1%-2% dari total biaya investasi. Biaya pemeliharaan dan operasional PLTS meliputi pembersihan panel surya, biaya pemeliharaan serta pemeriksaan peralatan dan instalasi [16]. Biaya pemeliharaan dan operasional per tahun pada kelima bangunan yang dihitung sebesar 1% dari biaya investasi awal yang dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Biaya pemeliharaan dan operasional rancangan PLTS berdasarkan kebutuhan beban

| No | Bangunan | Biaya Investasi Awal (Rp) | Biaya O&M (Rp) |
|----|-------------------------|---------------------------|----------------|
| 1 | Dukuh Baturan Villa | 41.277.750 | 412.777 |
| 2 | Teras Subak Homestay | 27.267.000 | 272.670 |
| 3 | Warung Dhea | 41.277.750 | 412.777 |
| 4 | Restoran Iga Lawar | 46.376.100 | 463.761 |
| 5 | Bhuana Agung Restaurant | 41.277.750 | 412.777 |

4.2.3 Net Present Value

Nilai NPV pada kelima bangunan dapat dihitung dengan persamaan (4) [13] :

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - II$$

$$NPV = Rp 25.124.333 - Rp 27.267.000$$

$$NPV = - Rp 2.142.667$$

Hasil perhitungan NPV pada kelima bangunan dapat dilihat pada Tabel 8. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa bangunan yang memiliki nilai NPV yang memenuhi kriteria layak investasi terdapat pada bangunan Restoran Iga Lawar dan Bhuana Agung *Restaurant*.

Tabel 8. Hasil Perhitungan NPV Kelima Bangunan

| No | Bangunan | Nilai NPV (Rp) | Kategori |
|----|-------------------------|----------------|-------------|
| 1 | Dukuh Baturan Villa | -47.844.011 | Tidak Layak |
| 2 | Teras Subak Homestay | -2.142.667 | Tidak Layak |
| 3 | Warung Dhea | -6.873.685 | Tidak Layak |
| 4 | Restoran Iga Lawar | 7.294.118 | Layak |
| 5 | Bhuana Agung Restaurant | 9.286.156 | Layak |

4.2.4 Profitability Index

Nilai PI pada kelima bangunan dapat dihitung berdasarkan persamaan (5) [15] :

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t(1+i)^{-t}}{II}$$

$$PI = \frac{Rp 25.124.333}{Rp 27.267.000}$$

$$PI = 0,92$$

Hasil perhitungan PI pada kelima bangunan dapat dilihat pada Tabel 9. Hasil perhitungan *Profitability Index* (PI) pada bangunan Dukuh Baturan Villa tidak dapat ditentukan dikarenakan nilai dari (K-PVNCf25) bernilai negatif atau dibawah nol sehingga perhitungan pembagian dengan mata uang rupiah tidak dapat dilakukan.

Tabel 9. Hasil Perhitungan PI Kelima Bangunan

| No | Bangunan | Nilai PI | Kategori |
|----|-------------------------|----------|-------------|
| 1 | Dukuh Baturan Villa | - | Tidak Layak |
| 2 | Teras Subak Homestay | 0,92 | Tidak Layak |
| 3 | Warung Dhea | 0,83 | Tidak Layak |
| 4 | Restoran Iga Lawar | 1,15 | Layak |
| 5 | Bhuana Agung Restaurant | 1,22 | Layak |

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa rancangan PLTS yang dianggap layak karena memenuhi nilai dari kriteria kelayakan investasi adalah pada bangunan Restoran Iga Lawar dan Bhuana Agung *Restaurant*.

4.2.5 Payback Period

Nilai PP pada bangunan Restoran Iga Lawar dan Bhuana Agung *Restaurant* dapat dihitung berdasarkan persamaan (6) [16] :

1. *Payback Period* Restoran Iga Lawar
Nilai PP Restoran Iga Lawar dihitung dengan persamaan (6) [16]:

$$PP = 18 + \frac{46.376.100}{53.625.218}$$

$$PP = 18,8$$

2. *Payback Period* Bhuana Agung *Restaurant*

Nilai PP Bhuana Agung *Restaurant* dihitung dengan persamaan (6) [16] :

$$PP = 16 + \frac{41.277.750}{50.563.906}$$

$$PP = 16,8$$

4.2.6 Hasil Analisis Kelayakan Investasi

Analisis kelayakan investasi PLTS atap pada kelima bangunan ditentukan berdasarkan nilai NPV, PP, dan PI.

Tabel 10. Hasil Analisis Kelayakan Investasi Kelima Bangunan

| No | Nama Bangunan | Kesimpulan |
|----|--------------------------------|-------------|
| 1 | Dukuh Baturan <i>Villa</i> | Tidak Layak |
| 2 | Teras Subak <i>Homestay</i> | Tidak Layak |
| 3 | Warung Dhea | Tidak Layak |
| 4 | Restoran Iga Lawar | Layak |
| 5 | Bhuana Agung <i>Restaurant</i> | Layak |

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa rancangan PLTS berdasarkan kebutuhan beban yang layak diinvestasikan karena memenuhi kriteria kelayakan investasi adalah pada bangunan Restoran Iga Lawar dan Bhuana Agung *Restaurant*.

4.3 Analisis Ekonomi Berdasarkan Luasan Atap

4.3.1 Biaya Investasi Awal Berdasarkan Luasan Atap

Biaya Investasi awal rancangan sistem PLTS pada kelima bangunan Berdasarkan luasan atap dapat dilihat pada tabel 11 sampai dengan 15.

Tabel 11. Biaya investasi awal rancangan sistem PLTS bangunan Dukuh Baturan *Villa* dengan kapasitas 9,8 kWp

| No | Description | Qty | Unit price (Rp) | Amount (Rp) |
|-------|--|-------|-----------------|-------------|
| 1 | Panel Surya Trina Solar TSM-DE15M(II) 410 | 24 | 2.800.000 | 67.200.000 |
| 2 | Inverter Growatt MIN 8000TL-X | 1 | 16.746.040 | 16.746.040 |
| 3 | Struktur Pemasangan Panel Surya (Penyangga, mounting, Beton) | 1 set | 16.320.000 | 16.320.000 |
| 4 | Komponen Aksesoris (Kabel, Panel penghubung, proteksi) | 1 set | 16.320.000 | 16.320.000 |
| 5 | Pemasangan/Instalasi (jasa) | 1 set | 19.600.000 | 19.600.000 |
| 6 | Logistik, Akomodasi, dan Transportasi | LS | 4.980.621 | 4.980.621 |
| 7 | Net Meter | 1 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| 8 | Smart Energy Meter (opsional) | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| TOTAL | | | | 146.666.661 |

Tabel 12. Biaya investasi awal rancangan sistem PLTS bangunan Teras Subak *Homestay* dengan kapasitas 23,4 kWp

| No | Description | Qty | Unit price (Rp) | Amount (Rp) |
|-------|--|-------|-----------------|-------------|
| 1 | Panel Surya Trina Solar TSM-DE15M(II) 410 | 57 | 2.800.000 | 159.600.000 |
| 2 | Inverter Growatt MIN 10.000TL-X | 2 | 16.051.831 | 32.103.663 |
| 3 | Struktur Pemasangan Panel Surya (Penyangga, mounting, Beton) | 1 set | 38.760.000 | 38.760.000 |
| 4 | Komponen Aksesoris (Kabel, Panel penghubung, proteksi) | 1 set | 38.760.000 | 38.760.000 |
| 5 | Pemasangan/Instalasi (jasa) | 1 set | 46.800.000 | 46.800.000 |
| 6 | Logistik, Akomodasi, dan Transportasi | LS | 8.886.171 | 8.886.171 |
| 7 | Net Meter | 1 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| 8 | Smart Energy Meter (opsional) | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| TOTAL | | | | 330.409.834 |

Tabel 13. Biaya investasi awal rancangan sistem PLTS bangunan Warung Dhea dengan kapasitas 10,66 kWp

| No | Description | Qty | Unit price (Rp) | Amount (Rp) |
|-------|--|-------|-----------------|-------------|
| 1 | Panel Surya Trina Solar TSM-DE15M(II) 410 | 26 | 2.800.000 | 72.800.000 |
| 2 | Inverter Growatt MIN 9000TL-X | 1 | 16.919.592 | 16.919.592 |
| 3 | Struktur Pemasangan Panel Surya (Penyangga, mounting, Beton) | 1 set | 17.680.000 | 17.680.000 |
| 4 | Komponen Aksesoris (Kabel, Panel penghubung, proteksi) | 1 set | 17.680.000 | 17.680.000 |
| 5 | Pemasangan/Instalasi (jasa) | 1 set | 21.320.000 | 21.320.000 |
| 6 | Logistik, Akomodasi, dan Transportasi | LS | 5.217.321 | 5.217.321 |
| 7 | Net Meter | 1 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| 8 | Smart Energy Meter (opsional) | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| TOTAL | | | | 157.116.913 |

Tabel 14. Biaya investasi awal rancangan sistem PLTS bangunan Restoran Iga Lawar dengan kapasitas 16 kWp

| No | Description | Qty | Unit price (Rp) | Amount (Rp) |
|-------|--|-----|-----------------|-------------|
| 1 | Panel Surya Trina Solar TSM-DE15M(II) 410 | 39 | 2.800.000 | 109.200.000 |
| 2 | Inverter Growatt MOD 13KTL3-X | 1 | 23.769.190 | 23.769.190 |
| 3 | Struktur Pemasangan Panel Surya (Penyangga, mounting, Beton) | 1 | 26.520.000 | 26.520.000 |
| 4 | Komponen Aksesoris (Kabel, Panel penghubung, proteksi) | 1 | 26.520.000 | 26.520.000 |
| 5 | Pemasangan/Instalasi (jasa) | 1 | 32.000.000 | 32.000.000 |
| 6 | Logistik, Akomodasi, dan Transportasi | LS | 7.000.369 | 7.000.369 |
| 7 | Net Meter | 1 | 5.500.000 | 5.500.000 |
| 8 | Smart Energy Meter (opsional) | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| TOTAL | | | | 232.509.559 |

Tabel 15. Biaya investasi awal rancangan sistem PLTS bangunan Bhuana Agung Restaurant dengan kapasitas 6,56 kWp

| No | Description | Qty | Unit price (Rp) | Amount (Rp) |
|-------|--|-------|-----------------|----------------|
| 1 | Panel Surya Trina Solar TSM-DE15M(II) 410 | 16 | 2.800.000 | 44.800.000 |
| 2 | Inverter Growatt MIN 6000TL-X | 1 | 16.500.000 | 16.500.000 |
| 3 | Struktur Pemasangan Panel Surya (Penyangga, mounting, Beton) | 1 set | 10.880.000 | 10.880.000 |
| 4 | Komponen Aksesoris (Kabel, Panel penghubung, proteksi) | 1 set | 10.880.000 | 10.880.000 |
| 5 | Pemasangan/Instalasi (jasa) | 1 set | 13.120.000 | 13.120.000 |
| 6 | Logistik, Akomodasi, dan Transportasi | LS | 2.181.600 | 2.181.600 |
| 7 | Net Meter | 1 | 3.500.000 | 3.500.000 |
| 8 | Smart Energy Meter (opsional) | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| TOTAL | | | | Rp 103.861.600 |

Besar biaya investasi awal ditentukan dari harga yang ditetapkan vendor pada saat penelitian dilakukan. Biaya investasi awal terbesar dapat dilihat pada Tabel 12 yaitu pada bangunan Teras Subak *Homestay*. Total biaya investasi awal rancangan PLTS berdasarkan luasan atap pada kelima bangunan dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Total biaya investasi awal rancangan PLTS berdasarkan Luasan Atap kelima bangunan.

| No | Nama Bangunan | Biaya Investasi Awal (Rp) |
|-------|--------------------------------|---------------------------|
| 1 | Dukuh Baturan <i>Villa</i> | 146.666.661 |
| 2 | Teras Subak <i>Homestay</i> | 330.409.834 |
| 3 | Warung Dhea | 157.116.913 |
| 4 | Restoran Iga Lawar | 232.509.559 |
| 5 | Bhuana Agung <i>Restaurant</i> | 103.861.600 |
| Total | | 970.564.567 |

Dari Tabel 16 dapat diketahui untuk total biaya investasi awal rancangan PLTS berdasarkan luasan atap sebesar Rp970.564.567.

4.3.2 Biaya Pemeliharaan dan Operasional

Diketahui biaya investasi awal keseluruhan pada rancangan PLTS adalah sebesar Rp970.564.567. Maka biaya pemeliharaan dan operasional rancangan PLTS berdasarkan luasan atap adalah sebagai berikut:

$$O\&M = Rp970.564.567 \times 1\%$$

$$O\&M = Rp9.705.646$$

4.3.3 Biaya Siklus Hidup

Untuk PLTS yang akan dirancang selama umur proyek 25 tahun dihitung dengan persamaan (1) [13]:

$$M_{PW} = OP \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$M_{PW} = Rp 9.705.646 \left[\frac{(1+0,0575)^{25} - 1}{0,0575(1+0,0575)^{25}} \right]$$

$$M_{PW} = Rp 9.705.646 \times 13,09$$

$$M_{PW} = Rp 127.046.906$$

Maka dapat diketahui nilai LCC pada bangunan Dukuh Baturan *Villa* adalah:

$$LCC = C + MPW + RPW$$

$$LCC = Rp 970.564.567 + Rp 127.046.906 + Rp 95.484.633$$

$$LCC = Rp 1.193.096.106$$

4.3.4 Faktor Pemulihan Modal

Berikut ini perhitungan faktor pemulihan modal dengan persamaan (2) [13]:

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$CRF = \frac{0,0575(1+0,0575)^{25}}{(1+0,0575)^{25} - 1}$$

$$CRF = 0,076$$

4.3.5 Cost of Energy

Berikut ini perhitungan *Cost of Energy* dengan persamaan (3) [13]:

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{kWh}$$

$$COE = \frac{Rp 1.193.096.106 \times 0,076}{80.949}$$

$$COE = Rp 1.120,15 / kWh$$

4.3.6 Penurunan Produksi Modul Surya

Dengan Pendapatan tahunan PLTS selama setahun sebesar Rp 90.675.022,35 dan persentase penurunan kinerja modul surya pada tahun ke 25 sebesar 12,5%. Nilai kas masuk untuk tahun ke 25 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Alur Kas Masuk} &= (\text{Pendapatan tahunan PLTS}) \times \text{Persentase Penurunan Kinerja Modul surya} \\ &= (\text{Rp } 90.675.022,35) \times (100\% - 12,5\%) \\ &= \text{Rp } 79.340.645 \end{aligned}$$

4.3.7 Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi

Nilai DF dipengaruhi oleh tingkat diskonto (i) yang digunakan pada penelitian ini untuk menghitung nilai sekarang adalah sebesar 5,75%. Indikator tingkat diskonto ini berdasarkan data suku bunga kredit bank Indonesia tahun 2023 yaitu sebesar 5,75% [13].

$$DF = \frac{1}{(1 + i)^1}$$

$$DF = \frac{1}{(1 + 5,75\%)^1}$$

$$DF = 0,95$$

Jadi menghitung nilai arus kas bersih tahun pertama sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Arus Kas Bersih} &= \text{Arus Kas Masuk} - \text{Arus Kas Keluar} \\ &= \text{Rp } 90.221.647 - \text{Rp } 9.705.646 \\ &= \text{Rp } 80.516.001 \end{aligned}$$

Dengan nilai faktor diskonto (DF) pada tahun pertama sebesar 0,95, dan memiliki arus kas bersih sebesar Rp 80.516.001 maka dapat menghitung nilai PVNCF untuk tahun pertama sebagai berikut:

$$\text{PVCNF} = \text{Arus Kas Bersih} \times \text{Faktor Diskonto (DF)} = 80.516.001 \times 0,95 = \text{Rp } 76.138.063$$

4.3.8 Net Present Value

NPV dapat dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut (4) [13]:

$$NPV = \sum_{T=1}^T \frac{NCF_t}{(1 + i)^t} - II$$

$$\begin{aligned} NPV &= \text{Rp } 953.668.192 - \text{Rp } 970.564.567 \\ NPV &= - \text{Rp } 16.896.375 \end{aligned}$$

4.3.9 Profitability Index

PI dapat dihitung dengan Persamaan (5) [15]:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t(1 + i)^{-t}}{II}$$

$$PI = \frac{\text{Rp } 953.668.192}{\text{Rp } 970.564.567}$$

$$PI = 0,98$$

4.3.10 Payback Period

Nilai *payback period* rancangan PLTS berdasarkan luasan atap tidak dapat ditentukan atau melebihi dari umur proyek yaitu 25 tahun, hal ini disebabkan nilai NPV yang didapatkan bernilai kurang dari nol yaitu sebesar - Rp 16.896.375 (<0),

4.3.11 Hasil Analisis Kelayakan Investasi

Analisis kelayakan investasi rancangan PLTS berdasarkan luasan atap dapat dilihat pada tabel Tabel 17.

Tabel 17. Analisis kelayakan investasi PLTS pada rancangan PLTS berdasarkan luasan atap

| No | Analisis Kelayakan | Kriteria Kelayakan | Hasil Analisis Investasi | Kesimpulan |
|----|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------------|
| 1 | Net Present Value (NPV) | Layak (NPV > 0) Tidak Layak (NPV < 0) | - Rp 16.896.375 | Investasi dianggap tidak layak |
| 2 | Profitability Index (PI) | Layak (PI > 0) Tidak Layak (PI < 0) | 0,98 | Investasi dianggap tidak layak |
| 3 | Payback Period (PP) | Layak (PP lebih pendek dari umur proyek) Tidak Layak (PP lebih panjang dari umur proyek) | > 25 tahun | Investasi dianggap tidak layak |

Dapat dilihat pada Tabel 17 bahwa rancangan PLTS berdasarkan luasan atap dianggap tidak layak diinvestasikan karena tidak memenuhi nilai dari kriteria kelayakan investasi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ekonomi Perancangan Sistem Catu Daya Kawasan Warisan Budaya Dunia Jatiluwih Berbasis PLTS, diperoleh kesimpulan yaitu :

- Berdasarkan hasil analisis ekonomi kelayakan investasi menggunakan metode NPV, PI, dan PP yang dilakukan pada perancangan PLTS berdasarkan kebutuhan beban menunjukkan bahwa kelayakan investasi didapatkan hanya pada

bangunan Restoran Iga Lawar dan Bhuana Agung *Restaurant*.

- Berdasarkan hasil analisis ekonomi kelayakan investasi menggunakan metode NPV, PI, dan PP yang dilakukan pada perancangan PLTS berdasarkan luasan atap menunjukkan bahwa tidak layak investasi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sumariana, I.K., Kumara, I.N.S., & Ariastina, W.G., 2019. Desain dan Analisa Ekonomi PLTS Atap untuk *Villa* di Bali. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(3), pp. 337-346.
- [2] Pawitra, A.A.G.A., Kumara, I.N.S., & Ariastina, W.G., 2020. *Review* Perkembangan PLTS di Provinsi Bali Menuju Target Kapasitas 108 MW Tahun 2025. *Majalah Ilmiah Teknik Elektro*, 19(2), pp. 181-188.
- [3] Al Hakim, R. R. (2020). Model energi Indonesia, tinjauan potensi energi terbarukan untuk ketahanan energi di Indonesia: Sebuah ulasan. *ANDASIH Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1).
- [4] Syukri, M. (2010). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan *Software* PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 9(2), 77-80.
- [5] Aulia, H. Z. (2019). Perencanaan PLTS *On-Grid* pada *Rooftop* Gedung PJB *Academy* Cirata.
- [6] Krismadinata, K., Aprilwan, A., & Pulungan, A. B. (2019, January). Rancang Bangun Sistem *Monitoring Simulator* Modul Surya. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung* (pp. 192-201).
- [7] Idris, G. M., & Wiryajati, I. K. (2015). Investigasi Sudut Penyalaan Inverter *Multilevel* dengan Struktur *Cascaded H-Bridge* untuk Sistem PLTS. *Dielektrika*, 2(2), 81-90.
- [8] Tambunan, H. B. (2020). *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Deepublish.
- [9] Giatman, M. (2011). *Ekonomi teknik*.
- [10] Asma, T. N. (2013). Pengaruh aliran kas dan perbedaan antara laba akuntansi dengan laba fiskal terhadap persistensi laba. *Jurnal Akuntansi*, 1(1).
- [11] Harini, D., & Riono, S. B. (2022). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Pendapatan Umkm Pada Masa Pandemi Covid-19 (Studi Kasus Pada Umkm Kluban Di Banjaratma). *Jurnal Akuntansi Dan Bisnis*, 2(1), 41-48.
- [12] Astawa, I.K.W., Giriantari, I.A.D., & Sukerayasa, I.W., (2021). Studi Ekonomis Penggunaan PLTS Rooftop 3 kWp Frameless With On-Grid System Pada Pelanggan R/4400 VA. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(4), pp. 73-83.
- [13] Chandra, Y. (2016). Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangunan PLTS (Studi Kasus Gedung Kuliah Politeknik Negeri Ketapang). *Jurnal ELKHA Vol*, 8(1).
- [14] Riawan, I.P.G., Kumara, I.N.S. and Ariastina, W.G., (2022). Analisis Performansi dan Ekonomi PLTS Atap 10 kWp pada Bangunan Rumah Tangga di Desa Batuan Gianyar. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 21(1), p.63.
- [15] Setiawan, A., & Hermanto, A. (2022). Pengembangan perangkat lunak optimasi ekonomi dan analisa finansial PLTS studi kasus PLTS 10 MWAC. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 17(2), 59-71.
- [16] J.W. Agung, M. Irwan, I. Muallim, S. Supartio. (2012). "Perencanaan PLTS Untuk Wilayah Kabupaten Gowa Dusun Pakkulompo Provinsi SulSel," Makalah. Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar.