

ANALISIS KEEKONOMIAN PERANCANGAN PLTS TERAPUNG DAN PLTMH DI BENDUNGAN SIDAN

Ayunda Dwi Gayatri^{1*}, I.A. Dwi Giriantari², I K. Jati³

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

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

³Dosen Program Studi Diploma III Perpajakan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis,
Universitas Udayana

Kampus Bukit, Jl Raya Kampus Unud Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali 80631

*Email: dwigayatri@unud.ac.id

ABSTRAK

Target penggunaan energi baru terbarukan (EBT) di Indonesia masih belum mencapai target yang ditetapkan sebesar 23% pada tahun 2025. Perancangan PLTS Terapung dan PLTMH di Bendungan Sidan menjadi salah satu solusi untuk memaksimalkan penggunaan EBT khususnya di Provinsi Bali. Oleh karena itu, dilakukan analisis emisi karbon, dan ekonomi pada perancangan PLTS terapung dan PLTMH. Kapasitas PLTS Terapung dengan memanfaatkan 5% dari luas permukaan air bendungan sebesar 1,4 MW dan kapasitas PLTMH sebesar 0,29 MW. PLTS Terapung dan PLTMH yang dirancang memiliki biaya investasi awal sebesar Rp 22.239.823.399 dan Rp 2.739.517.355. Analisis ekonomi PLTS Terapung diperoleh nilai NPV sebesar Rp 3.414.844.329, nilai PI sebesar 1,15, dan nilai PP sebesar 16,86 tahun. Analisis ekonomi PLTMH diperoleh nilai NPV sebesar Rp 16.759.312.607, nilai PI sebesar 7,12 dan nilai PP sebesar 2,16 tahun. Pengurangan emisi karbon selama 25 tahun untuk PLTS terapung sebesar 336.015 ton CO₂e dan untuk PLTMH sebesar 503.548 ton CO₂e.

Kata kunci : PLTS Terapung, PLTMH, Energi Terbarukan, Kelayakan Ekonomi

ABSTRACT

The target of using new and renewable energy (EBT) in Indonesia is still to reach the target set at 23% by 2025. The design of Floating PLTS and PLTMH at the Sidan Dam is one thing to maximizing the use of New Renewable Energy, especially in Bali Province. Therefore, carbon emission analysis and economic analysis on the design of Floating Solar Energy Power Plant and MycroHydro power plants are carried out. The capacity of the Floating Solar Power Plant utilizes 5% of the dam water level of 1.4 MW and the capacity of the MycroHydro power plants is 0.29 MW. The Floating Solar Power Plant and MycroHydro power plants designed have an investment cost of IDR 22,239,823,399 and IDR 2,739,517,355. Economic analysis of Floating Solar Power Plant is based on NPV of IDR 3,414,844,329, PI of 1.15, and PP of 16.86 years. The economic analysis of MycroHydro power plants is based on NPV of Rp 16,759,312,607, PI of 7.12 and PP of 2.16 years. Reduction in carbon emissions in 25 years for Floating Solar Power Plant amounted to 336,015 tons of CO₂e and for MycroHydro Power Plants amounted to 503,548 tons of CO₂e.

Key words : Floating Solar Energy Power Plant, MycroHydro, Renewable Energy, Economic Feasibility

1. PENDAHULUAN

Pemerintah Republik Indonesia menetapkan Kebijakan Energi Nasional (KEN) melalui Peraturan Pemerintah nomor 79, dengan tujuan mengatur pengelolaan energi nasional. PP ini bertujuan untuk memberikan arahan dalam mengelola energi nasional guna mencapai kemandirian dan ketahanan disektor energi, sebagai bagian dari upaya mendukung keberlanjutan pembangunan nasional. Salah satu fokus utama KEN adalah meningkatkan peran energi baru dan terbarukan, sedangkan sebagai targetnya pada tahun 2025 tercapai bauran energi baru dan terbarukan adalah 23% dan meningkat menjadi 31% pada tahun 2050 [1].

Dengan Upaya meningkatkan peran energi baru terbarukan di Indonesia, Provinsi Bali melakukan kebijakan terkait penggunaan EBT berdasarkan Peraturan Gubernur No. 45 Tahun 2019 tentang Bali Energi Bersih, pemerintah Provinsi Bali menargetkan penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT) sebesar 20,10% pada tahun 2050 untuk mewujudkan Bali Energi Bersih [2].

Berbagai pembangkit EBT telah dikembangkan dengan total kapasitas sekitar 7 MW yang mewakili sekitar 1% dari sistem tenaga Bali [3]. Pembangkit listrik Tenaga Surya (PLTS) Terapung dan Pembangkit listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Bendungan Sidan menjadi salah satu solusi untuk memaksimalkan penggunaan EBT khususnya di Provinsi Bali. Kedua pembangkit EBT ini akan memanfaatkan Bendungan Sidan di Desa Buah Kaja, Kec. Payangan, Kabupaten Gianyar, sebagai lokasi perancangan PLTS Terapung dan PLTMH.

Perancangan PLTS Terapung memanfaatkan 5% dari luas permukaan genangan waduk berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No. 6 Tahun 2020 [4]. Pada perancangan PLTMH untuk penentuan pemilihan turbin ditentukan oleh dua faktor yaitu debit air dan *head* [5]. Debit air yang

digunakan sebesar 1,75 m³/s dan nilai *head* 20,25 m.

Tulisan ini bertujuan untuk menyajikan analisis finansial dan ekonomi pembangunan dari perancangan PLTS Terapung dan PLTMH di Bendungan Sidan. Penelitian ini penting dilakukan karena hasil analisis diharapkan dapat digunakan untuk pengembangan PLTS Terapung dan PLTMH sebagai penunjang kebutuhan energi listrik di daerah sekitar bendungan.

2. Kajian Pustaka

2.1 Analisa Ekonomi

Biaya adalah jumlah uang yang harus dikeluarkan untuk memproduksi sesuatu (*cost of production*) atau harga yang harus dibayar untuk mendapatkan sesuatu (*supply price*). Dalam analisis ekonomi teknik, elemen-elemen biaya dari suatu proyek atau proses produksi umumnya digolongkan atas beberapa kelompok [6]:

1. Biaya Investasi

Biaya investasi awal adalah biaya yang dikeluarkan untuk membangun sebuah sistem hingga siap beroperasi. Biaya ini biasanya dikeluarkan diawal pembangunan dalam jumlah yang relatif besar dan berdampak jangka panjang.

2. Biaya Operasional (*Operational Cost*)

Biaya Operasional (*operational cost*) adalah biaya yang dikeluarkan setelah sistem sudah siap digunakan. Biaya ini sering dilakukan secara teratur atau kadang-kadang untuk jangka waktu yang ditentukan sebelumnya.

3. Biaya Perawatan (*Maintenance Cost*)

Biaya perawatan (*maintenance cost*) adalah biaya yang dikeluarkan dalam rangka menjaga atau menjamin performa agar selalu prima dan siap untuk diopeasikan. Contohnya adalah biaya mengganti salah satu komponen pendukung sistem jika terjadi kerusakan.

2.2 Life Cycle Cost

Life Cycle Cost atau Biaya Siklus Hidup merupakan suatu parameter yang digunakan untuk mengevaluasi dan menghitung keseluruhan biaya total yang dikeluarkan dalam pembangunan suatu

proyek. Dengan kata lain LCC merujuk pada total biaya yang terkait dengan bangunan, sistem, produk, atau layanan selama jangka waktu hidupnya. Perhitungan LCC dapat menggunakan persamaan 1 [7].

$$LCC = IC + SV + NFOMC + NRC \quad (1)$$

Dengan:

LCC : nilai biaya keseluruhan sistem
 IC : nilai biaya investasi awal sistem
 SV : biaya pemasangan sistem dan pergantian komponen
 NFOMC : biaya operasi dan *maintenance* sistem
 NRC : biaya diluar bahan bakar dan pemeliharaan

2.3 Levelized Cost of Energy (LCoE)

LCoE adalah harga dimana energi listrik yang dibangkitkan dari sumber energi tertentu dapat mencapai *break even* selama jangka waktu tertentu. LCoE dapat dihitung dengan persamaan 2 [8].

$$LCoE = \sum_{t=n}^n \frac{\frac{LCC}{(1+r)^t}}{\frac{Et}{(1+r)^t}} \quad (2)$$

Dengan:

LCoE : Harga energi listrik (Rp/kWh)
 LCC : *Life Cycle Cost* keseluruhan sistem
 Et : Total energi yang dihasilkan (kWh)
 r : Tingkat suku bunga (%)
 t : Umur pakai sistem (tahun)

2.4 Net Present Value (NPV)

NPV adalah selisih harga saat ini dari aliran kas bersih di masa depan dengan harga saat ini yang bersumber dari investasi awal. NPV dapat dihitung dengan persamaan 3 [9].

$$NPV = \sum_{t=1}^t \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - I \quad (3)$$

Dengan:

NPV : Nilai *Net Present Value* (Rp)
 NCF_t : *Net Cash Flow* selama umur proyek
 t : Tahun ke-
 i : *Discount factor* (%)
 I : Biaya investasi awal

2.5 Profitability Index

Profitability Index merupakan perbandingan antara seluruh kas bersih nilai sekarang dengan investasi awal. Teknik ini juga sering disebut dengan model rasio manfaat biaya (*Benefit Cost Ratio*).

Profitability Index dapat dihitung dengan persamaan 4 [10].

$$PI = \frac{\text{Penerimaan}}{\text{Pengeluaran}} \quad (4)$$

2.6 Payback Period

Payback Period adalah durasi waktu yang diperlukan untuk mengembalikan investasi melalui pendapatan yang dihasilkan oleh suatu proyek. *Payback Period* dapat dihitung dengan persamaan 5 [11].

$$PP = n + \frac{a-b}{c-b} \times 1 \text{ tahun} \quad (5)$$

Dengan:

PP: *Payback Period*

n : Tahun terakhir jumlah arus kas belum mampu menutupi modal investasi

a : *Initial cost*

b : Jumlah arus kas hingga tahun ke-n

c : Jumlah arus kas hingga tahun ke-(n+1)

2.7 Emisi Karbon

Nilai jejak karbon pada penelitian ini dapat dikatakan sebagai emisi *baseline*, yaitu emisi GRK yang timbul di saat belum adanya bauran energi baru dan terbarukan. Emisi *baseline* dihitung dengan persamaan 6 [12].

$$EB_y = Pl_y \times FEG_y \quad (6)$$

Dengan:

EB_y : Nilai reduksi emisi karbon dalam skenario di tahun y (ton CO₂)

Pl_y : Jumlah energi listrik yang disalurkan ke sistem tenaga listrik oleh PLTS dalam periode y (MWh)

FEG_y : Faktor emisi GRK sistem ketenagalistrikan dalam periode y (tCO₂/MWh)

Nilai reduksi emisi karbon dihitung dengan persamaan 7 [12].

$$PE_y = EB_y \times EP_y \quad (7)$$

Dengan:

PE_y : Emisi *baseline* dalam periode y (ton CO₂)

EB_y : Energi *baseline* di tahun y (ton CO₂)

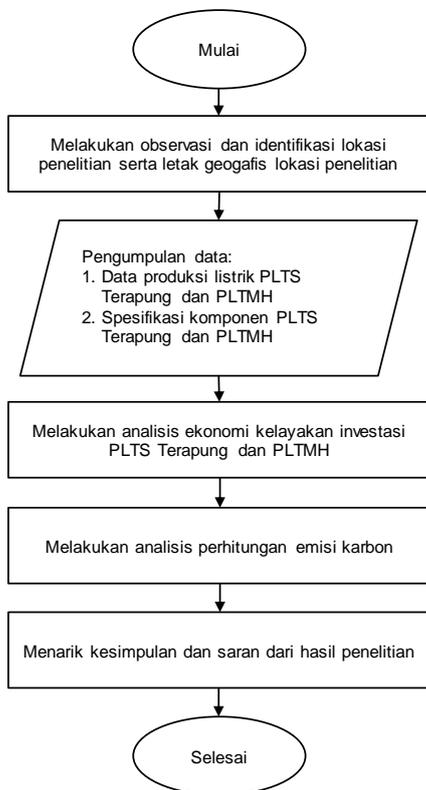
EP_y : Emisi pembangkit di tahun y (ton CO₂)

Nilai ekonomi karbon (NEK) merupakan bagian dari kebijakan komprehensif untuk mitigasi perubahan iklim. NEK sebagai instrumen

nonperdagangan merupakan pembayaran yang diberikan atas hasil penurunan emisi yang dilakukan suatu entitas dengan cara melakukan aksi mitigasi untuk menurunkan emisi dengan PLTS. Harga karbon yang digunakan sebesar Rp30.000/ton CO₂e [13].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Bendungan Sidan, Desa Buah Kaja, Kec. Payangan, Kabupaten Gianyar. Penelitian ini menggunakan Microsoft Excel untuk membantu perhitungan kelayakan finansial dari perancangan PLTS Terapung dan PLTMH di Bendungan Sidan. Waktu pelaksanaan dari penelitian ini mulai pada bulan Juni hingga Desember 2023. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan simulasi dari perancangan PLTS Terapung dan perhitungan potensi PLTMH di Bendungan Sidan diperoleh kapasitas daya yang dihasilkan oleh PLTS Terapung sebesar 1,4

MW dan PLTMH sebesar 290 kW. Untuk perancangan PLTS Terapung dengan kapasitas 1,4 MW diperlukan biaya investasi sebesar Rp 22.199.863.399 sedangkan untuk perancangan PLTMH dengan kapasitas 290 kW diperlukan biaya investasi sebesar Rp 2.890.477.355.

4.1 Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi PLTS Terapung

A. Life Cycle Cost

Komponen LCC terbagi menjadi biaya investasi, biaya operasional dan *maintenance* yang diasumsikan sebesar 1% dari biaya investasi awal [14], dan biaya penggantian alat dengan jumlah sebagai berikut:

1. Biaya investasi : Rp 22.239.823.399
2. Biaya O & M : Rp 2.842.995.834
3. Biaya penggantian : Rp 1.219.225.860

Jadi, hasil perhitungan LCC PLTS Terapung sebesar Rp 26.302.045.093.

B. Levelized Cost of Energy

Perhitungan LCoE dengan menggunakan persamaan 2 yaitu membagi *present value* dari *life cycle cost* dengan *present value* energi yang dibangkitkan PLTS Terapung selama masa hidupnya, sehingga diperoleh hasil perhitungan LCoE. LCoE dari PLTS Terapung di Bendungan Sidan didapatkan hasil sebesar Rp 2.040 / kWh.

C. Perhitungan Tarif PLTS Terapung

Penentuan tarif penjualan listrik dilakukan dengan menambahkan margin keuntungan sebesar 8% dari perhitungan LCoE. Sehingga, didapatkan tarif penjualan listrik menjadi Rp 2.183 / kWh setara 14 sen/kWh. Tarif ini tidak sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 [15], menyebutkan bahwa harga pembelian tenaga listrik energi terbarukan dari PLTS Fotovoltaik kapasitas >1 MW s.d. 3 MW, harga patokan tertinggi sebesar 9,94 *cent/kWh* × *F* untuk tahun pertama sampai tahun ke-10. Sementara untuk harga patokan tertinggi pada tahun ke-11 sampai dengan tahun ke-30 sebesar 5,97 *cent/kWh*. Adapun *F* merupakan dengan faktor lokasi

(F) untuk daerah Jawa, Madura, dan Bali memiliki nilai factor lokasi (F) sebesar 1,00.

D. *Net Present Value*

Perhitungan NPV dilakukan dengan menggunakan persamaan 3, dengan tarif penjualan listrik berdasarkan Perpres No. 112 Tahun 2022 [15].

Tabel 1. Analisis *Net Present Value* PLTS Terapung

Tahun	Arus Kas Bersih	Faktor Diskonto	PVNCf	Cumulative PVNCf
0	Rp 22.239.823.399	1		
1	Rp 2.503.359.190	0,94	Rp 2.361.659.613	Rp 2.361.659.613
2	Rp 2.488.367.524	0,94	Rp 2.347.516.532	Rp 4.709.176.145
3	Rp 2.473.458.313	0,84	Rp 2.076.763.295	Rp 6.785.939.440
4	Rp 2.458.631.102	0,79	Rp 1.947.466.116	Rp 8.733.405.556
5	Rp 2.443.885.440	0,75	Rp 1.826.213.369	Rp 10.559.618.925
6	Rp 2.429.220.880	0,70	Rp 1.712.504.864	Rp 12.272.123.789
7	Rp 2.414.636.975	0,67	Rp 1.605.871.497	Rp 13.877.995.286
8	Rp 2.400.133.281	0,63	Rp 1.505.873.313	Rp 15.383.868.600
9	Rp 2.385.709.358	0,59	Rp 1.412.097.703	Rp 16.795.966.303
10	Rp 2.371.364.766	0,56	Rp 1.324.157.700	Rp 18.120.124.003
11	Rp 928.096.848	0,53	Rp 488.909.842	Rp 18.609.033.845
12	Rp 1.528.029.190	0,50	Rp 759.383.694	Rp 19.368.417.539
13	Rp 1.518.401.839	0,47	Rp 711.886.034	Rp 20.080.303.573
14	Rp 1.508.827.439	0,44	Rp 667.355.831	Rp 20.747.659.404
15	Rp 1.499.305.698	0,42	Rp 625.607.883	Rp 21.373.267.287
16	Rp 1.489.836.326	0,39	Rp 586.468.533	Rp 21.959.735.820
17	Rp 1.480.419.036	0,37	Rp 549.774.955	Rp 22.509.510.775
18	Rp 1.471.053.541	0,35	Rp 515.374.475	Rp 23.024.885.249
19	Rp 1.461.739.556	0,33	Rp 483.123.941	Rp 23.508.009.191
20	Rp 1.452.476.799	0,31	Rp 452.889.131	Rp 23.960.898.322
21	Rp 833.652.050	0,29	Rp 245.223.254	Rp 24.206.121.577
22	Rp 1.434.103.838	0,28	Rp 397.971.125	Rp 24.604.092.701
23	Rp 1.424.993.077	0,26	Rp 373.059.285	Rp 24.977.151.986
24	Rp 1.415.932.425	0,25	Rp 349.704.935	Rp 25.326.856.921
25	Rp 1.406.921.606	0,23	Rp 327.810.807	Rp 25.654.667.728

Tabel 1 menunjukkan analisis NPV arus kas untuk PLTS Terapung selama 25 tahun, menghasilkan nilai NPV positif sebesar Rp 3.414.844.329. Parameter NPV menunjukkan bahwa proyek tersebut layak untuk dilaksanakan.

E. *Profitaility Index*

Perhitungan PI dengan menggunakan persamaan 4 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$PI = \frac{Rp\ 25.654.667.728}{Rp\ 22.239.823.399} = 1,15$$

Hasil perhitungan parameter PI lebih besar atau diatas 1 (satu), sesuai dengan kriteria parameter yaitu proyek layak dilaksanakan.

F. *Payback Peiod*

Perhitungan parameter PP dengan menggunakan persamaan 5, hasil perhitungan PP didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk menutupi investasi awal perancangan sistem PLTS Terapung di Bendungan Sidan adalah selama 1,86 tahun. Hal ini menunjukkan nilai PP tidak melebihi umur proyek PLTS Terapung, maka dapat disimpulkan layak dilakukan.

4.2 Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi PLTMH

A. *Life Cycle Cost*

Komponen LCC terdiri dari biaya investasi, biaya operasional dan *maintenance*, dan biaya penggantian alat dengan jumlah sebagai berikut:

1. Biaya investasi : Rp 2.739.517.355

- 2. Biaya O & M : Rp 1.503.022.828
- 3. Biaya penyusutan : Rp 6.012.091.311
- 4. Biaya air : Rp 2.229.245.000

Jadi, hasil perhitungan LCC PLTMH sebesar Rp 12.483.876.494.

B. Levelized Cost of Energy

Perhitungan LCoE dengan menggunakan persamaan 2 dan membagi *present value* dari *life cycle cost* dengan *present value* energi yang dibangkitkan PLTMH selama masa hidupnya, sehingga diperoleh hasil perhitungan LCoE. LCoE dari PLTMH di Bendungan Sidan didapatkan hasil sebesar Rp 1.024 / kWh.

C. Pehitungan Tarif PLTMH

Perhitungan tarif penjualan listrik adalah dengan menambahkan margin

keuntungan yang diasumsikan sebesar 8% dari perhitungan LCoE. Sehingga, didapatkan tarif penjualan listrik menjadi Rp 1.125 / kWh setara 7,2 sen/kWh. Tarif ini sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 [15], menyebutkan bahwa harga pembelian tenaga listrik energi terbarukan dari PITA yang memanfaatkan tenaga air dari waduk/bendungan dengan kapasitas s.d 1 MW harga patokan tertinggi sebesar $(11,23 \times 0,8 \times F)$ cent/kWh untuk tahun pertama sampai tahun ke 10.

D. Net Present Value

Perhitungan NPV dilakukan dengan menggunakan persamaan 3, dengan tarif penjualan listrik sebesar Rp 1.125 / kWh.

Tabel 2. Analisis *Net Present Value* PLTMH

Tahun ke -	Arus Kas Bersih	Faktor Diskonto	PVNCF	Cumulative PVNCF
0	Rp 2.739.517.355	1		
1	Rp 1.476.997.512	0,94	Rp 1.393.393.879	Rp 1.393.393.879
2	Rp 1.466.039.443	0,89	Rp 1.304.769.885	Rp 2.698.163.765
3	Rp 1.454.204.728	0,84	Rp 1.220.978.331	Rp 3.919.142.096
4	Rp 1.441.423.236	0,79	Rp 1.141.742.211	Rp 5.060.884.307
5	Rp 1.427.619.224	0,75	Rp 1.066.800.133	Rp 6.127.684.440
6	Rp 1.412.710.892	0,7	Rp 995.905.434	Rp 7.123.589.873
7	Rp 1.396.609.893	0,67	Rp 928.825.344	Rp 8.052.415.217
8	Rp 1.379.220.814	0,63	Rp 865.340.201	Rp 8.917.755.419
9	Rp 1.360.440.608	0,59	Rp 805.242.706	Rp 9.722.998.124
10	Rp 1.340.157.987	0,56	Rp 748.337.220	Rp 10.471.335.344
11	Rp 1.318.252.755	0,53	Rp 694.439.107	Rp 11.165.774.451
12	Rp 1.294.595.105	0,5	Rp 643.374.105	Rp 11.809.148.556
13	Rp 1.269.044.843	0,47	Rp 594.977.743	Rp 12.404.126.300
14	Rp 1.241.450.560	0,44	Rp 549.094.780	Rp 12.953.221.080
15	Rp 1.211.648.735	0,42	Rp 505.578.683	Rp 13.458.799.763
16	Rp 1.179.462.763	0,39	Rp 464.291.133	Rp 13.923.090.896
17	Rp 1.144.701.914	0,37	Rp 425.101.561	Rp 14.348.192.457
18	Rp 1.107.160.196	0,35	Rp 387.886.701	Rp 14.736.079.157
19	Rp 1.066.615.142	0,33	Rp 352.530.181	Rp 15.088.609.339
20	Rp 1.022.826.483	0,31	Rp 318.922.132	Rp 15.407.531.471
21	Rp 975.534.731	0,29	Rp 286.958.812	Rp 15.694.490.282
22	Rp 924.459.639	0,28	Rp 256.542.262	Rp 15.951.032.544
23	Rp 869.298.539	0,26	Rp 227.579.977	Rp 16.178.612.521
24	Rp 809.724.552	0,25	Rp 199.984.594	Rp 16.378.597.115
25	Rp 745.384.646	0,23	Rp 173.673.602	Rp 16.552.270.717

Tabel 2 menunjukkan analisis NPV arus kas pada PLTMH selama 25 tahun dan didapatkan hasil nilai NPV bernilai positif

sebesar Rp13.812.753.362. Parameter NPV menunjukkan bahwa proyek tersebut layak untuk dilaksanakan.

E. Profitability Index

Perhitungan PI dengan menggunakan persamaan 4 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$PI = \frac{Rp\ 16.552.270.717}{Rp\ 2.739.517.355} = 7,13$$

Hasil perhitungan parameter PI lebih besar atau diatas 1 (satu), sesuai dengan kriteria parameter yaitu proyek layak dilaksanakan.

F. Payback Period

Perhitungan parameter PP dengan menggunakan persamaan 5, hasil perhitungan PP didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk menutupi investasi awal perancangan sistem PLTMH di Bendungan Sidan adalah selama 2,16 tahun. Hal ini menunjukkan nilai PP tidak melebihi umur proyek PLTMH, maka dapat disimpulkan layak dilakukan.

4.3 Analisis Dampak PLTS Terapung dan PLTMH di Bendungan Sidan Terhadap Pengurangan Emisi CO₂

Berdasarkan data RUPTL PLN 2019 – 2028 [16], menyebutkan bahwa Faktor Emisi Baseline (FE) sistem ketenagalistrikan Jawa, Bali dan Nusra adalah sebesar 0,817 kg CO₂/kWh atau setara dengan 226.944,44 kg CO₂/TJ. Perhitungan emisi *baseline* yang dapat direduksi oleh pembangkit tiap tahunnya dapat dilakukan dengan mengalikan jumlah energi yang diproduksi pembangkit dengan faktor emisi GRK.

Hasil produksi listrik 1 (satu) tahun PLTS Terapung yaitu sebesar 2.564.007 kWh. Dari hasil produksi ini dapat dilakukan perhitungan potensi pengurangan CO₂ menggunakan persamaan 6 dan 7, maka diperoleh potensi PLTS Terapung Bendungan Sidan untuk mengurangi emisi gas CO₂ sebanyak 336.015 ton CO₂e selama 25 tahun. Dengan Jumlah pajak karbon yang dapat dikurangi oleh PLTS Terapung di Bendungan Sidan melalui kerja sama dengan PT PLN (Persero) diperkirakan mencapai Rp 10.080.444.026.

Perhitungan potensi pengurangan CO₂ menggunakan persamaan 6 dan 7, dengan hasil produksi listrik PLTMH Bendungan

Sidan selama 1 (satu) tahun sebesar 1.783.396 kWh, maka diperoleh potensi PLTMH Bendungan Sidan untuk mengurangi emisi gas CO₂ sebanyak 364.259 ton CO₂e selama 25 tahun. Dengan Jumlah pajak karbon yang dapat dikurangi oleh PLTMH di Bendungan Sidan melalui kerja sama dengan PT PLN (Persero) diperkirakan mencapai Rp 10.927.759.990.

Sebagai proyek pembangkit EBT yang berperan untuk mereduksi emisi CO₂, apabila PLTS Terapung dan PLTMH Bendungan Sidan dikembangkan oleh swasta dan bekerja sama dengan PT PLN (Persero), proyek ini dapat membantu PT PLN (Persero) untuk mengkompensasi yang mungkin melampaui Persetujuan Teknis Batas Atas Emisi Pelaku Usaha (PTBAE-PU) sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 16 Tahun 2022 mengenai Tata Cara Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Subsektor Pembangkit Tenaga listrik [17].

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan tarif penjualan listrik untuk PLTS Terapung sebesar Rp 2.183 /kWh menunjukkan perhitungan tarif penjualan listrik ini melebihi harga patokan tertinggi, sehingga tidak memungkinkan untuk memberlakukan hasil ini.
2. Hasil perhitungan tarif penjualan listrik untuk PLTMH sebesar Rp 1.125 /kWh menunjukkan perhitungan tarif penjualan listrik ini tidak melebihi harga patokan tertinggi, sehingga memungkinkan untuk memberlakukan hasil ini.
3. Perhitungan analisis kelayakan investasi pada kedua perancangan pembangkit EBT yang dilakukan dengan parameter ekonomi teknik menunjukkan investasi PLTS Terapung dan PLTMH di Bendungan Sidan layak untuk dilakukan.
4. Dampak emisi karbon yang dikurangi dalam perancangan PLTS Terapung

sebesar 336.015 ton CO₂e dan PLTMH sebesar 364.259 ton CO₂e. Hal ini menunjukkan perancangan kedua pembangkit EBT ini dapat memberikan dampak dalam mengurangi emisi karbon.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indonesia. 2014. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Jakarta.
- [2] Provinsi Bali. 2019. Peraturan Gubernur Bali No. 45 Tahun 2019 tentang Bali Energi Bersih. Bali.
- [3] I. A. D. Giriantari, I. N. S. Kumara, D. A. Santiari. 2014. *Economic Cost Study of Photovoltaic Solar System for Hotel in Nusa Lembongan. International Conference on Smart Green Technology in Electrical and Information Systems (ICSGTEIS)*. Kuta.
- [4] Kementerian PUPR. 2020. Peraturan Menteri PUPR No. 6 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/prt/m/2015 Tentang Bendungan. Jakarta.
- [5] D. P. D. Suparyawan, I. N. S. Kumara and W. G. Ariastina. 2013. Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Mikrohidro di Desa Sambangan Kabupaten Buleleng Bali. *Teknologi Elektro*, vol. 12, pp. 1-8.
- [6] Giatman, Muhammad. 2006. *Ekonomi Teknik*. Jakarta, PT Raja Grafindo Persada. pp. 1-209. ISBN 979-769-045-8
- [7] Sugirianta I.B.K, Giriantari, I. A. D., & Kumara, I. N. S. 2016. Analisa keekonomian tarif listrik pembangkit listrik tenaga surya 1 MWp bangli dengan metode *life cycle cost*. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 15(2).
- [8] Rahman Hakim. 2018. Sistem *Photovoltaic* untuk Mesin Pembuat Es di Pelabuhan Perikanan Sadeng. Dalam JNTETI (Vol. 7, Issue 2).
- [9] N. S. Kumara, W. G. Ariastina dan D. P. D. Suparyawan. 2014. *Microhydro Powerplant for Rural Area in Bali to Generate Green and Sustainable Electricity*. pp. 113-117.
- [10] Y. Chandra. 2016. Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangunan PLTS (Studi Kasus Gedung Kuliah Politeknik Negeri Ketapang). *ELKHA*, vol. 8, pp. 25-31.
- [11] Abdul Choliq. 2004. "Pengertian payback period" tersedia di <https://rumus.co.id/rumus-payback> [diakses tanggal 19 Januari 2024].
- [12] Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan. 2019. "Faktor Emisi Gas Rumah Kaca Sistem Ketenagalistrikan" tersedia di https://gatrik.esdm.go.id/frontend/download_index/?kode_category=emisi_pID [diakses tanggal 17 Januari 2024].
- [13] Indonesia. 2021. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan (UU HPP). Jakarta.
- [14] Sumarina, K., Kumara, I. S., & Ariastina, W. G. 2019. Desain dan Analisa Ekonomi PLTS Atap untuk Villa di Bali. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 337-346.
- [15] Indonesia. 2022. Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik. Jakarta.
- [16] PT PLN (Persero). 2019. Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PLN 2019-2028. Jakarta.
- [17] Kementrian ESDM. 2022. Peraturan Menteri ESDM Nomor 16 Tahun 2022 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Subsektor Pembangkit Tenaga Listrik. Jakarta.