

Analisis Perencanaan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Apung di Waduk Brigif Jakarta Selatan

Andhika Yudhistira Nugraha^{1*}, Muslimin², dan Yuli Mafendro D.E.S.³

^{1,2,3} Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

*Corresponding author Email address: andhika.yudhistira.nugraha.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia sangat potensial untuk dikembangkan karena berada di daerah tropis yang memiliki tingkat radiasi matahari yang cukup. Pemanfaatan PLTS floating atau apung masih kecil di Indonesia sehingga dilakukan perancangan PLTS Apung di Waduk Brigif Jakarta Selatan dalam rangka kegiatan capstone project dengan klien PT PLN Indonesia. Penerapan PLTS apung dapat menggunakan area danau yang dapat dimanfaatkan untuk penempatan PV sehingga dapat menjadi alternatif pada masalah pembebasan lahan untuk penempatan PV pada sistem PLTS. Lokasi penelitian ini dilakukan di area Waduk Brigif Jakarta Selatan Provinsi DKI Jakarta. Desain perancangan PLTS Apung Waduk Brigif ini menghasilkan output listrik sebesar 846 kWp dalam setahun dengan sistem on-grid ke jaringan existing PT PLN Indonesia. Komponen utama PLTS Apung Waduk Brigif ini yaitu 2416 PV JA Solar JAP72-S10-350-SC, 1 Inverter Sunny Central 800CP-JP / 1000 CP-JP, dan 403 set floater PV module. Biaya total investasi PLTS Apung Waduk Brigif ini sebesar Rp12.854.558.756 dengan rata-rata biaya operasional dan maintenance selama 30 tahun sebesar Rp 290.986.906 per tahun. Analisis ekonomi kelayakan investasi dihitung dan diperoleh Nett Present Value PLTS Apung Waduk Brigif ini setelah 30 tahun sebesar Rp3.171.444.280 dengan nilai Internal Rate of Return sebesar 8,19% dan Payback Period selama 18 tahun.

Kata-kata kunci: PLTS, Apung, Waduk, Value, Return, Payback.

Abstract

The use of solar power plants in Indonesia has the potential to be developed because it is located in a tropical area that has sufficient levels of solar irradiation. The use of Floating Solar Power Plant (FSPP) is still small in Indonesia, so the design of Floating Solar Power Plant Brigif River was carried out in the context of capstone project activities with the client PT PLN Indonesia. The application of floating Solar Power Plant can use lake areas that can be used for PV placement so that it can be an alternative to land acquisition issues for PV placement in Solar Power Plant systems. The location of this research was conducted in the South Jakarta Brigif River area, DKI Jakarta Province. The design of Floating Solar Power Plant Brigif River produces an electricity output of 846 kWp in a year with an on-grid system to the existing grid of PT PLN Indonesia. The main components of the Floating Solar Power Plant Brigif River are 2416 PV JA Solar JAP72-S10-350-SC, 1 Sunny Central Inverter 800CP-JP / 1000 CP-JP, and 403 sets of floater PV modules. The total investment cost of this Floating Solar Power Plant Brigif River is IDR 12,854,558,756 with an average operational and maintenance cost for 30 years of IDR 290,986,906 per year. Economic analysis of the feasibility of the investment was calculated and obtained the Net Present Value of the Floating Solar Power Plant Brigif River after 30 years of IDR 3,171,444,280 with an Internal Rate of Return of 8.19% and a Payback Period of 18 years.

Keywords: FSPP, floating, River, Value, Return, Payback.

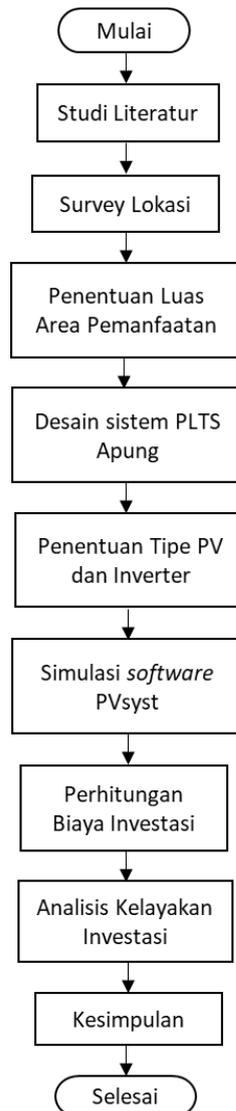
1. PENDAHULUAN

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang dihasilkan dari pemanfaatan sumber daya alam yang ramah lingkungan. Pemerintah membuat program transisi energi menuju energi bersih sebagai wujud komitmen dan tanggung jawab untuk menjaga kualitas lingkungan hidup ini. Komitmen ini dituangkan dalam bentuk Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) dengan sumber potensi energi baru terbarukan yaitu *geothermal, hydro power, dan solar power*. Pemanfaatan solar power atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia sangat potensial untuk dikembangkan karena berada di daerah tropis yang memiliki tingkat radiasi matahari yang cukup. Terdapat beberapa jenis PLTS yang dapat dikembangkan di Indonesia yaitu *ground mounted, rooftop, dan floating* (apung). Pemanfaatan PLTS apung masih kecil di Indonesia dan terdapat area waduk di Jakarta Selatan yang dapat dimanfaatkan untuk penggunaan lahan PLTS apung yaitu Waduk Brigif yang berada di Kecamatan Jagakarsa Kota Jakarta Selatan sehingga dilakukan perancangan PLTS apung Waduk Brigif Jakarta Selatan dalam rangka kegiatan *capstone project* dengan klien PT PLN Indonesia. Permen PUPR No.6/2020 tentang bendungan menjelaskan bahwa pemanfaatan genangan waduk untuk PLTS terapung sebesar 5% dari luas permukaan genangan waduk. Berdasarkan peraturan tersebut dilakukan perancangan desain PLTS apung di area Waduk Brigif seluas 5.162 m² atau 5% dari total area genangan Waduk Brigif. Desain PLTS apung tersebut menghasilkan rancangan yang terdiri dari desain layout modul panel surya, komponen utama PLTS apung, sistem distribusi listrik PLTS apung, dan besar energi yang dihasilkan. Secara singkat Komponen utama PLTS apung Waduk Brigif ini didistribusikan dengan sistem *on-grid* yang terdiri dari panel surya, Inverter, dan floater. Dibutuhkan biaya konstruksi dan instalasi yang besar untuk diinvestasikan dan dalam setiap kegiatan investasi diharapkan adanya keuntungan yang akan diperoleh bagi setiap investor didalamnya. Investor memerlukan pertimbangan yang matang untuk pengambilan keputusan investasi tersebut. Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan kegiatan analisis kelayakan investasi secara perhitungan ekonomi untuk mempertimbangkan kelayakan investasi tersebut untuk dilaksanakan.

Penelitian sejenis sebelumnya yang berjudul "Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Apung untuk Wilayah Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan" dilakukan oleh Halida Aulia El Islamy dan Wasis Dwi Aryawan pada tahun 2018 dan dipublikasikan melalui portal Jurnal Teknik ITS. Lokasi penelitian tersebut di Kabupaten Kepulauan Selayar Provinsi Sulawesi Selatan. Objek penelitian yang dikaji yaitu desain dan analisis kelayakan investasi PLTS apung. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian tersebut adalah metode kuantitatif dengan studi kasus. Acuan analisis penelitian tersebut menggunakan audit kebutuhan energi listrik di lokasi penelitian. Hasil dari penelitian tersebut yaitu terdapat desain PLTS apung untuk wilayah Kepulauan Selayar, jumlah PLTS apung yang akan dibangun, dan analisis kelayakan investasi masing-masing PLTS apung. Persamaan penelitian sejenis sebelumnya dengan penelitian ini terletak pada desain dan analisis kelayakan investasi PLTS apung sebagai objek penelitian. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini yaitu pada acuan analisis penelitian. Pada penelitian ini digunakan acuan pemanfaatan area waduk yang dapat dipergunakan sebagai PLTS apung untuk menghasilkan energi listrik, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan audit kebutuhan energi listrik di lokasi penelitian sebagai acuan analisis. Selain itu, lokasi penelitian ini dilakukan di Waduk Brigif Jakarta Selatan Provinsi DKI Jakarta, sedangkan penelitian sebelumnya berada di wilayah Kabupaten Kepulauan Selayar Provinsi Sulawesi Selatan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian yaitu metode kuantitatif dengan menghitung perancangan desain PLTS apung menggunakan *software* PVsyst dan teknik analisis ekonomi kelayakan investasi menggunakan beberapa metode analisis yaitu *Nett Present Value, Internal Rate of Return, dan Payback Period*. Teknik analisis ekonomi kelayakan investasi dapat dihitung menggunakan data total biaya investasi, biaya O&M, dan tarif dasar listrik sebagai acuan sumber pendapatannya. Langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

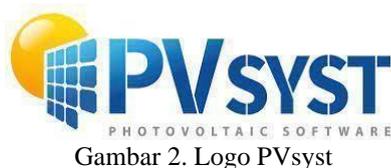


Gambar 1. Diagram Alir

Gambar 1 merupakan diagram alir untuk membuat langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini. Studi literatur merupakan pencarian informasi yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.

2.1 Software PVsyst

PVSyst merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk proses pembelajaran, pengukuran (sizing), dan analisis data dari sistem PV secara lengkap. PVSyst dikembangkan oleh Universitas Geneva yang memiliki fitur simulasi sistem terinterkoneksi jaringan (grid-connected), sistem berdiri sendiri (stand-alone), sistem pompa (pumping), dan jaringan arus searah untuk transportasi publik (DC-grid).



Gambar 2. Logo PVsyst

Pada penelitian ini digunakan *software* PVsyst untuk perancangan sistem PLTS Apung Waduk Brigif. Logo PVsyst dapat dilihat pada Gambar 2.

2.2 Teknik Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi

2.2.1 *Nett Present Value (NPV)*

Nett Present Value merupakan salah satu metode penilaian kelayakan suatu proyek dilihat dari nilai akhir yang diperoleh setelah *lifetime* berakhir dengan pengaruh *discount rate* yang ditetapkan sebagai pertimbangan nilai waktu uang. Untuk menghitung *Netto Present Value* dapat digunakan formula sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} - \text{Initial Investment} \quad (1)$$

Dimana :

CF_t = *Cash flow* periode tahun ke -1 sampai tahun ke -n

i = *Discount rate*

n = Periode investasi dalam tahun

Kriteria pengambilan keputusan berdasarkan nilai NPV dapat dilihat sebagai berikut :

1. $NPV > 0$: Proyek layak dijalankan karena proyek tersebut dinilai akan memiliki nilai lebih setelah masa operasional habis.
2. $NPV = 0$: Proyek layak dijalankan karena proyek tersebut dinilai akan mencapai titik Break Even Point (BEP) pada masa operasionalnya habis.
3. $NPV < 0$: Proyek tidak layak dijalankan karena proyek tersebut dinilai tidak akan memiliki nilai pada masa operasionalnya habis sehingga akan merugikan investor.

2.2.2 *Internal Rate of Return*

Internal Rate of Return merupakan salah satu metode penilaian kelayakan suatu proyek yang dilihat dari tingkat kemampuan proyek dalam pengembalian nilai investasi yang telah dikeluarkan pada nilai $NPV=0$. Untuk menghitung *Internal Rate of Return* dapat digunakan teknik interpolasi dengan formula sebagai berikut :

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_2 - i_1) \quad (2)$$

Dimana :

i_1 : *Discount rate* yang menghasilkan NPV positif (+)

i_2 : *Discount rate* yang menghasilkan NPV negatif (-)

NPV_1 : *Nett Present Value* bernilai positif (+)

NPV_2 : *Nett Present Value* bernilai negatif (-)

Nilai IRR harus lebih besar dari *discount rate* yang telah disyaratkan sebagai kriteria pengambilan keputusan yang layak.

2.2.3 *Payback Period*

Payback Period merupakan salah satu metode analisis ekonomis untuk mengetahui waktu yang akan dicapai dalam pengembalian modal investasi yang telah dikeluarkan melalui penerimaan yang dihasilkan oleh proyek. *Payback Period* dihitung berdasarkan nilai *present value* per tahun dan kumulatif *nett present value* yang diperkirakan akan sama dengan investasi awal.

Kriteria pengambilan keputusan proyek ini layak untuk dijalankan yaitu *payback period* memiliki waktu yang lebih pendek dari *lifetime* proyek.

2.3 Biaya operasional dan *maintenance* (O&M)

Biaya operasional dan *maintenance* merupakan biaya yang akan dikeluarkan untuk mengoperasikan PLTS apung dan anggaran biaya untuk melakukan perawatan pada PLTS apung. Biaya O&M yang akan dikeluarkan beberapa waktu mendatang selama *lifetime* PLTS dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad (3)$$

Dimana :

P = Nilai sekarang biaya O&M selama *lifetime* PLTS

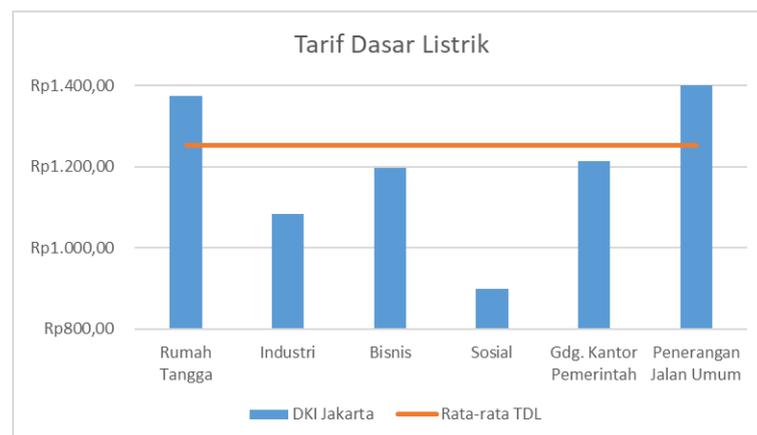
A = Biaya tahunan

i = Tingkat inflasi

n = *Lifetime* PLTS

2.4 Tarif Dasar Listrik

Tarif dasar listrik adalah tarif yang boleh dikenakan oleh pemerintah untuk para pelanggan PLN. PLTS apung Waduk Brigif ini akan *on-grid* kan dengan jaringan PLN yang akan didistribusikan ke wilayah Jakarta selatan. Tarif dasar listrik wilayah Jakarta dibagi menjadi beberapa golongan tarif. Tarif dasar listrik per golongan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tarif Dasar Listrik

Berdasarkan gambar tersebut pada analisis kelayakan investasi ini dihitung dengan simulasi rata-rata tarif dasar listrik area Jakarta Raya yaitu Rp1.252,77/kWh sebagai harga jual listrik yang akan menjadi sumber pemasukan investasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

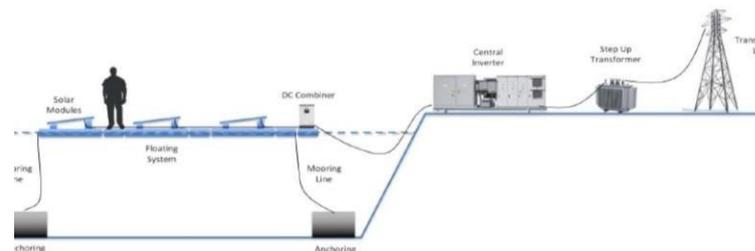
3.1 Desain PLTS Apung

Berdasarkan hasil perancangan desain PLTS apung Waduk Brigif menggunakan PV module JA Solar JAP 72-S10-350-SC sebanyak 2416 unit dan PV Inverter Sunny Central 800CP-JP / 1000 CP-JP sebanyak 1 unit. Karakteristik PV modul dan inverter dapat dilihat pada Gambar 4 dan desain PLTS Apung dapat dilihat pada Gambar 5.

PV Array Characteristics			
PV module		Inverter	
Manufacturer	JA Solar	Manufacturer	SMA
Model	JAP72-S10-350-SC	Model	Sunny Central 800CP-JP
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	350 Wp	Unit Nom. Power	800 kWac
Number of PV modules	2416 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	846 kWp	Total power	800 kWac
Modules	151 Strings x 16 In series	Operating voltage	530-950 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>25°C)	880 kWac
Pmpp	767 kWp	Phom ratio (DC:AC)	1.06
U mpp	556 V		
I mpp	1381 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	846 kWp	Total power	800 kWac
Total	2416 modules	Number of inverters	1 unit
Module area	4849 m ²	Phom ratio	1.06

=

Berdasarkan gambar tersebut diketahui *output* energi listrik yang dapat dibangkitkan sebesar 846 kWp atau 1.254.177 kWh per tahun.



Gambar 5. Desain PLTS Apung

Gambar 5 merupakan skema desain PLTS apung dengan sistem *on-grid* yang komponennya terdiri dari *floate & anchoring*, PV, dan Inverter.

3.2 Rancangan Anggaran Biaya Investasi PLTS Apung (RAB)

Rancangan anggaran biaya (RAB) merupakan suatu perencanaan anggaran yang disusun untuk mengetahui nilai investasi yang akan dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek. RAB juga merupakan acuan dalam perhitungan analisis kelayakan investasi selanjutnya. RAB instalasi PLTS Apung Waduk Brigif ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. RAB PLTS Apung Waduk Brigif

Komponen	Jumlah	Harga Satuan + PPN 11%	Sub Total
PV Modules JAP72-S10-350-SC	2416	Rp2.080.000	Rp5.025.280.000
Inverter Sunny Central 800CP-JP	1	Rp58.058.756	Rp58.058.756
Floate Solar Panel 4m x 4m	403	Rp18.000.000	Rp7.254.000.000
Accessories (fasteners)	1	Rp50.000.000	Rp50.000.000
Wiring	1	Rp50.000.000	Rp50.000.000
Combiner Box	1	Rp50.000.000	Rp50.000.000
Surge Arrester C+D 3 Phase	1	Rp8.500.000	Rp8.500.000
PV Installation	2416	Rp45.000	Rp108.720.000
Inverter Installation	1	Rp50.000.000	Rp50.000.000
Transport	1	Rp200.000.000	Rp200.000.000
Total Biaya Investasi			Rp12.854.558.756

Berdasarkan tabel tersebut diketahui total biaya investasi PLTS Apung Waduk Brigif sebesar Rp12.854.558.756.

3.3 Biaya O&M

Biaya operasional diestimasikan sebesar Rp96.000.000 per tahun dengan asumsi satu orang pegawai. Berdasarkan hasil simulasi PLTS Apung Waduk Brigif ini diperkirakan akan beroperasi selama 30 tahun dan akan terjadi penggantian inverter sebanyak 1 kali dalam 5 tahun sehingga jika diestimasikan anggaran untuk biaya penggantian inverter sebesar Rp11.611.751 per tahun. *Floate* yang mengapung pada area waduk berpotensi menimbulkan lumut pada area *floate* sehingga direncanakan

pembersihan area *float* selama 6 bulan sekali dengan biaya Rp10.000.000 per tahun. Perhitungan biaya O&M dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Biaya O&M

No	Deskripsi	TOTAL
1	Penggantian inverter	Rp11.611.751
2	Gaji pegawai	Rp96.000.000
3	Pembersihan <i>float</i>	Rp10.000.000
TOTAL		Rp117.611.751

Total biaya operasional dan maintenance sebesar Rp 117.611.751 per tahun. Rata-rata tingkat inflasi Bank Indonesia selama 20 tahun terakhir sebesar 5,64% sehingga rata-rata biaya O&M selama *lifetime* PLTS apung sebesar Rp290.986.906 per tahun.

3.4 Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi

Kelayakan investasi PLTS Apung Waduk Brigif dinilai berdasarkan hasil perhitungan *Netto Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period*. Analisis kelayakan investasi PLTS Apung Waduk Brigif dihitung dengan pertimbangan *discount rate* Bank Indonesia tahun 2023 sebesar 5,75%, perkiraan *lifetime* PLTS Apung Waduk Brigif selama 30 tahun, rata-rata tarif dasar listrik area Jakarta sebesar Rp1.252,77/kWh, dan pengenaan pajak sebesar 25% per tahun. Aliran kas perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Aliran Kas

Tahun	Revenue	Opex (Inflasi 5,64%)	Cash Flow	Discount Rate (5,75%)	Present Value	Kumulatif Cash Flow	
2023	0					-Rp 12.854.558.756	
2024	1	Rp 1.571.195.320	Rp 117.611.751	Rp 1.246.279.411	0,9456	Rp 1.178.514.810	-Rp 11.676.043.946
2025	2	Rp 1.571.195.320	Rp 124.245.054	Rp 1.241.304.434	0,8942	Rp 1.109.986.137	-Rp 10.566.057.809
2026	3	Rp 1.571.195.320	Rp 131.252.475	Rp 1.236.048.869	0,8456	Rp 1.045.188.237	-Rp 9.520.869.572
2027	4	Rp 1.571.195.320	Rp 138.655.114	Rp 1.230.496.889	0,7996	Rp 983.918.249	-Rp 8.536.951.323
2028	5	Rp 1.571.195.320	Rp 146.475.263	Rp 1.224.631.778	0,7561	Rp 925.984.345	-Rp 7.610.966.978
2029	6	Rp 1.571.195.320	Rp 154.736.468	Rp 1.218.435.874	0,7150	Rp 871.205.124	-Rp 6.739.761.854
2030	7	Rp 1.571.195.320	Rp 163.463.604	Rp 1.211.890.521	0,6761	Rp 819.409.050	-Rp 5.920.352.804
2031	8	Rp 1.571.195.320	Rp 172.682.952	Rp 1.204.976.011	0,6394	Rp 770.433.915	-Rp 5.149.918.889
2032	9	Rp 1.571.195.320	Rp 182.422.270	Rp 1.197.671.522	0,6046	Rp 724.126.329	-Rp 4.425.792.560
2033	10	Rp 1.571.195.320	Rp 192.710.886	Rp 1.189.955.060	0,5717	Rp 680.341.244	-Rp 3.745.451.316
2034	11	Rp 1.571.195.320	Rp 203.579.780	Rp 1.181.803.390	0,5406	Rp 638.941.497	-Rp 3.106.509.819
2035	12	Rp 1.571.195.320	Rp 215.061.680	Rp 1.173.191.965	0,5113	Rp 599.797.384	-Rp 2.506.712.435
2036	13	Rp 1.571.195.320	Rp 227.191.159	Rp 1.164.094.856	0,4835	Rp 562.786.254	-Rp 1.943.926.181
2037	14	Rp 1.571.195.320	Rp 240.004.740	Rp 1.154.484.670	0,4572	Rp 527.792.125	-Rp 1.416.134.056
2038	15	Rp 1.571.195.320	Rp 253.541.007	Rp 1.144.332.469	0,4323	Rp 494.705.319	-Rp 921.428.737
2039	16	Rp 1.571.195.320	Rp 267.840.720	Rp 1.133.607.685	0,4088	Rp 463.422.125	-Rp 458.006.612
2040	17	Rp 1.571.195.320	Rp 282.946.937	Rp 1.122.278.022	0,3866	Rp 433.844.469	-Rp 24.162.143
2041	18	Rp 1.571.195.320	Rp 298.905.144	Rp 1.110.309.367	0,3656	Rp 405.879.610	Rp 381.717.468
2042	19	Rp 1.571.195.320	Rp 315.763.394	Rp 1.097.665.679	0,3457	Rp 379.439.850	Rp 761.157.318
2043	20	Rp 1.571.195.320	Rp 333.572.449	Rp 1.084.308.888	0,3269	Rp 354.442.260	Rp 1.115.599.578
2044	21	Rp 1.571.195.320	Rp 352.385.936	Rp 914.107.039	0,3091	Rp 282.559.007	Rp 1.398.158.585
2045	22	Rp 1.571.195.320	Rp 372.260.502	Rp 899.201.113	0,2923	Rp 262.838.248	Rp 1.660.996.833
2046	23	Rp 1.571.195.320	Rp 393.255.995	Rp 883.454.494	0,2764	Rp 244.194.307	Rp 1.905.191.140
2047	24	Rp 1.571.195.320	Rp 415.435.633	Rp 866.819.766	0,2614	Rp 226.568.631	Rp 2.131.759.771
2048	25	Rp 1.571.195.320	Rp 438.866.202	Rp 849.246.838	0,2472	Rp 209.905.848	Rp 2.341.665.619
2049	26	Rp 1.571.195.320	Rp 463.618.256	Rp 830.682.798	0,2337	Rp 194.153.597	Rp 2.535.819.215
2050	27	Rp 1.571.195.320	Rp 489.766.326	Rp 811.071.746	0,2210	Rp 179.262.364	Rp 2.715.081.579
2051	28	Rp 1.571.195.320	Rp 517.389.147	Rp 790.354.630	0,2090	Rp 165.185.329	Rp 2.880.266.908
2052	29	Rp 1.571.195.320	Rp 546.569.895	Rp 768.469.069	0,1976	Rp 151.878.216	Rp 3.032.145.124
2053	30	Rp 1.571.195.320	Rp 577.396.437	Rp 745.349.163	0,1869	Rp 139.299.156	Rp 3.171.444.280
Total	Rp 47.135.859.609	Rp 8.729.607.174	Rp 31.926.524.015		Rp 16.026.003.036		
Net Present Value						Rp 3.171.444.280	

Berdasarkan tabel perhitungan terdapat nilai aliran kas setiap tahunnya yang dihitung berdasarkan rata-rata tarif dasar listrik DKI Jakarta dan jumlah energi yang didistribusikan.

3.4.1 *Nett Present Value* (NPV)

Berdasarkan hasil perhitungan dengan *discount rate* 5,75% didapatkan NPV PLTS Apung Waduk Brigif setelah 30 tahun yaitu sebesar Rp3.171.444.280.

3.4.2 *Internal Rate of Return* (IRR)

Berdasarkan syarat *discount rate* sebesar 5,75% dilakukan teknik interpolasi dengan membandingkan dua nilai *discount rate* yaitu 7% dan 9%. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui

rate 7% menghasilkan NPV positif dan rate 9% menghasilkan NPV negatif. Perhitungan interpolasi dapat dilihat pada tabel 4.

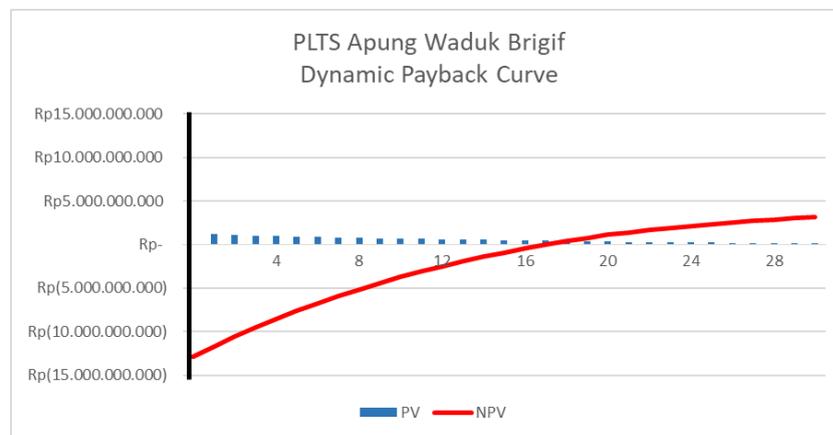
Tabel 4. Perhitungan Interpolasi IRR

Perhitungan Interpolasi				Dasar Perhitungan		
7%	Present Value (IDR)	9%	Present Value (IDR)	9%		
0,9346	1.164.747.113	0,9174	1.143.375.607	Selisih Rate	Selisih Present Value	Selisih antara PV & OI
0,8734	1.084.203.367	0,8417	1.044.781.108	9%	11.932.260.255	11.932.260.255
0,8163	1.008.984.067	0,7722	954.456.517	7%	14.209.339.448	12.854.558.756
0,7629	938.740.185	0,7084	871.715.018	-2%	2.277.079.193	922.298.501
0,7130	873.145.532	0,6499	795.926.629	IRR		-0,81%
0,6663	811.895.270	0,5963	726.513.502			8,19%
0,6227	754.704.509	0,5470	662.945.616	Dasar Perhitungan		
0,5820	701.307.009	0,5019	604.736.828	7%		
0,5439	651.453.953	0,4604	551.441.239	Interest Gap	Present Value Gap	Gap between PV & OI
0,5083	604.912.812	0,4224	502.649.877	9%	11.932.260.255	14.209.339.448
0,4751	561.466.277	0,3875	457.987.636	7%	14.209.339.448	12.854.558.756
0,4440	520.911.263	0,3555	417.110.483	-2%	2.277.079.193	1.354.780.692
0,4150	483.057.979	0,3262	379.702.885	IRR		1,19%
0,3878	447.729.059	0,2992	345.475.456			8,19%
0,3624	414.758.749	0,2745	314.162.795			
0,3387	383.992.143	0,2519	285.521.498			
0,3166	355.284.481	0,2311	259.328.348			
0,2959	328.500.478	0,2120	235.378.635			
0,2765	303.513.707	0,1945	213.484.636			
0,2584	280.206.021	0,1784	193.474.200			
0,2415	220.768.812	0,1637	149.637.553			
0,2257	202.961.529	0,1502	135.043.561			
0,2109	186.361.972	0,1378	121.723.584			
0,1971	170.890.587	0,1264	109.570.301			
0,1842	156.473.031	0,1160	98.485.318			
0,1722	143.039.834	0,1064	88.378.428			
0,1609	130.526.074	0,0976	79.166.934			
0,1504	118.871.085	0,0895	70.775.030			
0,1406	108.018.176	0,0822	63.133.222			
0,1314	97.914.371	0,0754	56.177.813			
Discount Rate 7%		Discount Rate 9%				
14.209.339.448		11.932.260.255				
12.854.558.756		12.854.558.756				
1.354.780.692		922.298.501				

Berdasarkan tabel tersebut diketahui perhitungan dengan pendekatan kedua rate tersebut memperoleh nilai IRR sebesar 8,19%.

3.4.3 Payback Period

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh *payback period* PLTS Apung Waduk Brigif selama 18 tahun. *Payback period* tersebut lebih pendek dari *lifetime* PLTS Apung Waduk Brigif yaitu 30 tahun. Grafik *payback period* PLTS Apung Waduk Brigif dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Payback Period*

Berdasarkan gambar tersebut diketahui kumulatif NPV per tahun dapat mencapai titik impasnya pada tahun ke-18.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Biaya investasi yang dikeluarkan untuk proyek PLTS Apung Waduk Brigif yaitu sebesar Rp12.854.558.756. Berdasarkan hasil simulasi dengan asumsi rata-rata tarif dasar listrik area Jakarta Rp1.252,77/kWh, *discount rate* 5,75%, dan rata-rata biaya O&M selama 30 tahun sebesar Rp 290.986.906 per tahun diperoleh hasil analisis ekonomi kelayakan investasi sebagai berikut :

Andhika Yudhistira Nugraha, et al/Prosiding A Semnas Mesin PNJ (2023)

- *Nett Present Value* sebesar Rp3.171.444.280. Sesuai dengan kriteria kelayakan investasi jika $NPV > 0$ maka proyek ini layak untuk dijalankan.
- *Internal Rate of Return* sebesar 8,19%. Sesuai dengan kriteria kelayakan investasi jika $IRR > discount\ rate$ maka proyek ini layak untuk dijalankan.
- *Payback Period* selama 18 tahun. Sesuai dengan kriteria kelayakan investasi jika *payback period* lebih pendek dari *lifetime* sistem maka proyek ini layak untuk dijalankan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT PLN Indonesia atas keikutsertaan dalam kegiatan ilmiah ini. Terima kasih juga kepada Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE dan Bapak Yuli Mafendro D.E.S., S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing dari penelitian dan penulisan skripsi ini.

REFERENSI

1. Islamy, H.A. and Aryawan, W.D. (2019) ‘Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Apung Untuk wilayah Kepulauan Selayar, Sulawesi Selatan’, *Jurnal Teknik ITS*, 7(2). doi:10.12962/j23373539.v7i2.36121.
2. Hidayat et al., *Analisis Ekonomi perencanaan pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Departemen Teknik elektro universitas diponegoro* 2019
3. Avinda et al., *Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Sistem on grid Pada Pondok Pesantren Tanbihul ghofiliin kabupaten banjarnegara* 2021
4. PT PLN Indonesia. (2021). *Statistik PLN 2021 - PT PLN (Persero)*. <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2022/03/Statistik-PLN-2021-Unaudited-21.2.22.pdf> (Diakses : 16 Agustus 2023).
5. Bank Indonesia. (n.d.). *Data Inflasi*. <https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/data-inflasi.aspx> (Diakses : 16 Agustus 2023).
6. *Tabel discount factor present value*. (2020, 28). <https://www.elfriedwan.com/2020/10/tabel-discount-factor-present-value.html> (Diakses : 16 Agustus 2023)
7. (2020) *Trec FT ui Resmikan PLTS Terapung bifacial Pertama Di Indonesia*. (2020, February 25). Fakultas Teknik Universitas Indonesia – Fakultas Teknik Universitas Indonesia. <https://eng.ui.ac.id/blog/trec-ft-ui-resmikan-plts-terapung-bifacial-pertama-di-indonesia/> (Diakses : 16 Agustus 2023).
8. *BI 7-Day reverse repo rate Tetap 5,75%: Sinergi Menjaga Stabilitas Dan Mendorong Pertumbuhan*. (n.d.). https://www.bi.go.id/id/publikasi/ruang-media/news-release/Pages/sp_2510223.aspx (Diakses : 16 Agustus 2023).
9. *Operating expenses*. (2023, June 20). Wall Street Prep. <https://www.wallstreetprep.com/knowledge/operating-expenses/> (Diakses : 16 Agustus 2023).
10. *Investment decision criteria - Modified internal rate of return*. (n.d.). KLC::Kemenkeu Learning Center. <https://klc2.kemenkeu.go.id/kms/knowledge/investment-decision-criteria-modified-internal-rate-of-return-0906b687/detail/> (Diakses : 16 Agustus 2023).