

Kelayakan Finansial Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Di Sanggar Kota Batu, Jawa Timur

WIDODO PUDJI MULJANTO, BELDA ROSALIE PUTRI WIYOGA,
I MADE WARTANA, IRRINE BUDI SULISTIAWATI*

Teknik Elektro S1, Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia
Email: irrine@lecturer.itn.ac.id

Received 30 September 2024 | *Revised* 13 Oktober 2024 | *Accepted* 30 Oktober 2024

ABSTRAK

Indonesia masih bergantung pada energi fosil untuk sumber pembangkit listrik. Mengingat, bahan bakar fosil terbatas, upaya melakukan peralihan ke energi terbarukan dan ramah lingkungan semakin digiatkan. Studi kasus penelitian dilakukan di Sanggar Latar di Batu dengan melakukan analisa kelayakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Phikohidro dan Pembangkit Lisrik Tenaga Surya. Analisa yang digunakan untuk melihat layak dan tidaknya proyek dengan menghitung selisih kas masuk dan keluar (NPV), tingkat pengembalian yang diharapkan dari proyek (IRR), serta total manfaat yang diperoleh beserta pengeluaran biaya yang dilakukan. Menggunakan asumsi investasi selama 25 tahun dan suku bunga 6 %, diperoleh besar selisih kas sebesar Rp 86.158.036,-, Tingkat pengembalian (IRR) 47%, dengan total manfaat sebesar (BCR) 4,10. Waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian investasi selama 2,33 tahun artinya pembangunan pembangkit listrik tenaga hybrid dapat direalisasikan.

Kata kunci: *analisis investasi, kelayakan proyek, pembangkit listrik tenaga hybrid*

ABSTRACT

Indonesia still relies on fossil energy as a power plant. Knowing that fossil fuels are limited, the efforts of new and environmentally friendly energy resources are being intensified. A case study conducted at Sanggar Latar in Batu, using the analysis of the feasibility of establishing both a biomass power plant (PLTPh) and a solar power plant (PLST). The analysis that is used to the project on worthy or not with calculating differences of cash in and out (NPV), the level of returning that is hoped from the project (IRR), and the total of benefits received with the expenses that is done. Using investment assumption for 25 years and interest rate 6%, a large differences was obtained with Rp 86.158.036,-, cash, level of return (IRR) 47%, and the benefit total (BCR) 4,10. Time needed for the investment return is 2,33 years that is the development of hybrid power plant can be realized.

Keywords: *investment analysis, project feasibility, hybrid power plant*

1. PENDAHULUAN

Indonesia masih sangat bergantung pada sumber energi fosil untuk memasok listriknya, karena penerapan energinya masih belum banyak menggunakan energi terbarukan. Mengacu pada **(PLN Persero, 2021)**. Indonesia pada tahun 2025 ditargetkan memiliki proporsi energi baru terbarukan sebanyak dua puluh tiga persen. Bahan bakar fosil yang semakin langka dalam jangka waktu kedepan, PLN sebagai penyedia listrik di Indonesia mengembangkan metode-metode yang dapat menjangkau listrik di daerah yang sulit dijangkau.

Pemerintah Indonesia mengeluarkan Perpres No. 112 Tahun 2022 tentang Energi Terbarukan untuk listrik, dimana energi berbahan fosil dialihkan ke EBT (Energi Baru Terbarukan) **(Kementrian ESDM, 2008)**. Sesuai dengan kesepakatan pada komitmen NDC (Nationally Determined Contribution), Indonesia menargetkan pengurangan emisi sebesar 31,89% pada tahun 2030 melalui upaya mandiri, dan 43,20% dengan dukungan internasional per 23 September 2022. Selain itu, Indonesia berencana untuk mencapai *net zero emissions* pada tahun 2060 serta terhindar dari krisis energi. Dimungkinkan juga melampaui target yang disepakati pada Perjanjian Paris **(Limanseto, 2022)**.

Pembangkit listrik tenaga hidro dengan skala besar umumnya dibangun dengan reservoir besar dan memerlukan struktur bendungan, yang terhubung dengan jaringan besar, sehingga biaya investasi dan modal yang tinggi terkait dengannya. Terkadang juga menimbulkan permasalahan dampak lingkungan **(Safdar, dkk, 2020)**. Pembangkit tenaga hidro skala kecil sebagian besar adalah aliran sungai, sehingga tidak memerlukan struktur bendungan, sebagai gantinya penghalang kecil yang disebut bendung dapat dibangun untuk mengarahkan dan mengendalikan aliran air. Sumber energi terbarukan lainnya, tenaga surya, khususnya energi fotovoltaik, merupakan sumber yang paling menjanjikan karena tidak memiliki kendala pasokan dan produk sampingan fisik yang membahayakan lingkungan. Tenaga surya fotovoltaik diperkirakan menjadi pemasok pembangkit listrik tertinggi pada tahun 2040. Keunggulan terbesar energi surya dibandingkan dengan bentuk energi lainnya adalah ramah lingkungan, tersedia dalam jumlah besar, dan dapat dipasok tanpa menimbulkan polusi lingkungan **(Panagoda, dkk, 2023)**.

Hal yang harus diperhatikan tentang produksi energi listrik adalah dampak lingkungan yang terkait dengan proses produksinya harus selalu sekecil mungkin. Maka yang dilakukan adalah mengukur kemampuan suatu sumber untuk menghasilkan kerja yang berguna yang, pada saat kedua, akan diubah menjadi energi listrik. Karena itu, sistem hibrid melakukan produksi energi harus berfokus pada efisiensi **(Moreira, dkk, 2019)**. Penelitian di sini dilakukan di desa Pendem, tepatnya di Sanggar yang berada di kota wisata Batu Malang. Memulai langkah dalam merealisasikan Energi Baru Terbarukan atau sering diistilahkan sebagai energi ramah lingkungan yaitu dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam yang tersedia di kawasan sanggar. Jika melihat kondisi geografisnya, di sanggar ini terdapat sungai dengan debit aliran air yang memadai, sehingga memungkinkan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPh). Melihat kawasannya yaitu lokasinya berada di dataran tinggi, maka memberikan peluang untuk mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pembangkit Listrik Tenaga Surya bertujuan untuk menutupi kekurangan energi yang dihasilkan dari Pikohidro nantinya. Ini sebagai upaya untuk mengantisipasi ketika memasuki musim kemarau dengan asumsi debit aliran sungai kecil, diharapkan PLTS menghasilkan energi dari tangkapan cahaya matahari.

Pentingnya dilakukan kajian kondisi topografi suatu wilayah bertujuan untuk menilai kelayakan pembangunan pembangkit listrik **(Kamelia, dkk, 2017)**. Penilaian ini mencakup

berbagai aspek, termasuk aspek hukum, pasar, finansial, manajemen, dan lingkungan. Dalam penelitian ini, fokus utama adalah pada kelayakan aspek finansial, yang dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti biaya investasi, pendapatan, suku bunga, biaya operasional dan pemeliharaan, serta struktur investasi dan produksi listrik, serta manfaat proyek.

Tujuan dilakukan analisis kelayakan finansial adalah untuk menentukan apakah pembangunan pembangkit listrik dapat dianggap layak dari sudut pandang finansial atau keuangan. Proses analisis ini melibatkan perhitungan *Net Present Value* (NPV), yang dihitung dari selisih antara total pemasukan dan pengeluaran dengan mempertimbangkan faktor diskonto. Selain itu, *Internal Rate of Return* (IRR) digunakan untuk menilai tingkat bunga (interest) di mana NPV sama dengan nol. *Benefit-Cost Ratio* (BCR) mengukur perbandingan antara pendapatan dan modal awal, sementara *Payback Period* (PBP) menunjukkan waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal awal (**Hidayat, dkk, 2018**). Jika hasil analisis pada indikator-indikator ini menunjukkan nilai yang positif, maka proyek dapat dianggap layak secara finansial.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Piko-hidro (PLTP)

Pembangkit Listrik Tenaga Piko-hidro skala kecil memiliki daya keluaran yang terbagi dalam Mini-hidro (kisaran < 2 MW), Mikro-hidro (kisaran < 100 KW) dan Piko-hidro (dibawah 5 KW)(**Róźowicz, 2019**). Dalam Pembangunan Piko-hidro ini perlu diperhatikan beberapa hal yaitu debit air, keberadaan sungai dan alirannya, juga tempat yang direncanakan untuk pembangunan piko-hidro. Turbin dan generator sangat mempengaruhi efisiensi konversi energi sumber daya air menjadi Listrik. Saat ini penelitian terkait dengan model piko-hidro yang dikembangkan difokuskan pada perancangan dan produksi sistem listrik yang dapat digunakan untuk peralatan berkapasitas kecil seperti motor dan penerangan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah-rumah penduduk desa. Pembangkit listrik piko-hidro ini memanfaatkan sumber daya air yang tersedia di sekitar wilayah, seperti saluran irigasi sawah, sungai, atau air terjun alami. Dengan memanfaatkan ketinggian air (*head*) dan debit aliran, sistem ini dapat menggerakkan turbin yang terhubung ke generator, sehingga energi mekanik yang dihasilkan dapat diubah menjadi energi listrik (**Yahya, dkk, 2014**). Besar daya yang diperoleh mengacu Persamaan (1)

$$P = \rho g \cdot \eta \cdot Q \cdot H \quad (1)$$

Besar energi selama 24 jam, dapat dihitung menggunakan Persamaan

$$Energi = Daya \times 24 \text{ jam} \times CF \quad (2)$$

Dimana :

CF = *Capacity Factor* (Rasio antara energi yang dihasilkan pembangkit)

Daya = Daya yang dihasilkan Piko-hidro

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

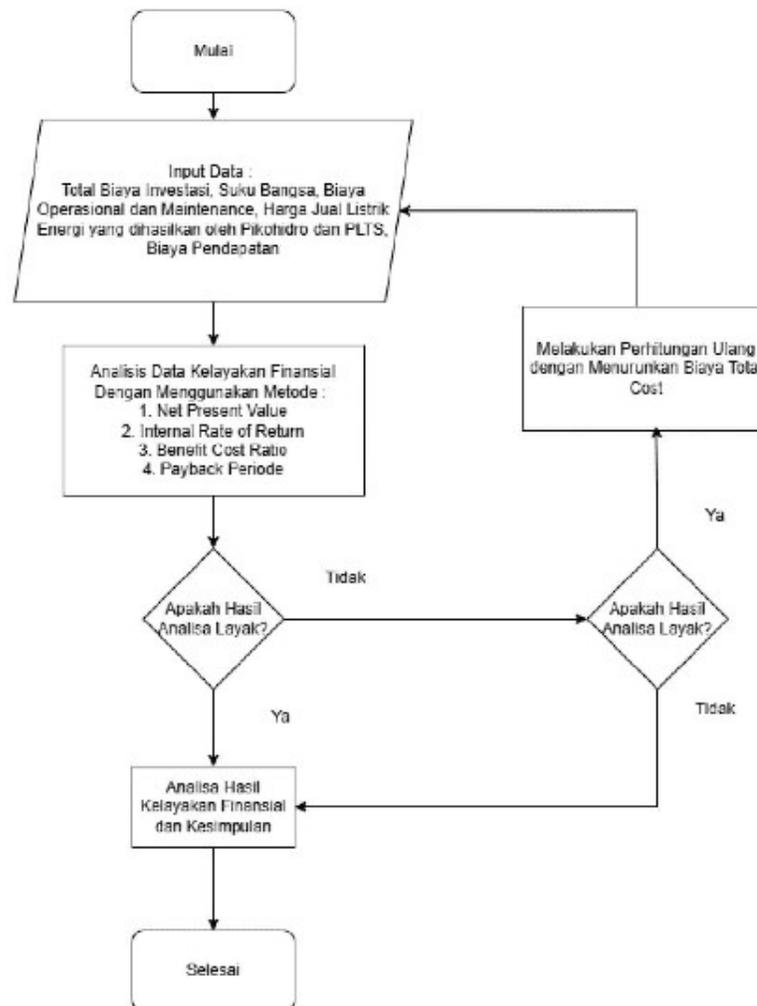
Pemenuhan kebutuhan energi berkelanjutan tanpa kekhawatiran akan ketersediaannya adalah menggunakan energi surya sebagai sumber energinya. Kelebihan lainnya selain pasokan energi yang konstan adalah tanpa atau sangat sedikit polusi lingkungan (**Ramana & Maheswar, 2015**). Pengoperasian pembangkit listrik tenaga surya fotovoltaik didasarkan pada foton dan energi cahaya dari sinar matahari. Panel pada pembangkit listrik tenaga surya memanfaatkan terdiri dari sel surya fotovoltaik, yang dapat terbuat dari silikon, baik

dalam bentuk panel monokristalin maupun polikristalin, atau dari bahan lain yang memiliki sifat fotovoltaik, seperti panel surya amorf. Jenis pembangkit listrik tenaga surya fotovoltaik (PV) menjadi pilihan utama sebagai opsi pembangkit listrik terbarukan yang banyak digunakan karena hanya bergantung iradiasi matahari serta lahan yang tersedia dan sumber energinya adalah matahari, yang merupakan sumber yang bersih, terbarukan, berlimpah, dan murah. Ladang PV surya dapat dipasang di tanah atau dipasang di atap **(Dinçer & Abu-Rayash, 2020)**.

2.3 Analisa Kelayakan Finansial

Dalam pembangunan proyek dengan skala besar, diperlukan perhitungan maupun analisa kelayakan dalam pembangunan proyek tersebut. Hal ini penting karena pembangunan membutuhkan investasi besar-besaran dalam kapasitas pembangkitan listrik. Studi kelayakan mengkaji aspek pasar, teknis, sumber daya manusia, dan finansial. Untuk menilai kelayakan finansial suatu proyek yang akan dibangun, penting untuk melakukan analisis kelayakan dari sudut pandang keuangan **(Bacon & Besant-Jones, 1998)**.

Gambar 1 merupakan tahapan dalam analisa kelayakan finansial.



Gambar 1. Tahapan Studi Kelayakan Finansial

Tahapan di dalam analisa kelayakan finansial dalam suatu proyek pembangunan diantaranya adalah:

1. NPV (*Net Present Value*)

Net Present Value (NPV) merupakan nilai saat ini yang diperoleh dari selisih antara total pemasukan dan pengeluaran, dengan mempertimbangkan faktor diskonto. NPV dapat diketahui apabila nilai biaya total, biaya Operasional dan Perawatan, serta keuntungan yang direncanakan telah diketahui (**Kamelia, dkk, 2017**). Persamaan (3) dan (4) digunakan untuk perhitungan *Net Present Value*. Hasil yang diperoleh dari penerapan metode *Net Present Value* adalah sebagai berikut:

Jika NPV lebih besar dari 0, proyek dianggap layak untuk dilanjutkan.

Jika NPV kurang dari 0, maka proyek tersebut dinyatakan tidak layak.

$$NPV = \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_i}{(1+r)^i} - C_0 \quad (3)$$

Atau

$$NPV = \sum_{i=1}^i \frac{C_i}{(1+r)^i} - C_0 \quad (4)$$

2. *Internal Rate of Return*

Internal Rate of Return (IRR) adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi investasi, di mana tingkat bunga (i) dicari pada saat NPV bernilai 0 (**Gessinger, 2009**). Untuk menilai kelayakan suatu proyek, perhitungan dilakukan berdasarkan Persamaan (5) dengan ketentuan sebagai berikut:

Jika IRR lebih besar dari i, maka proyek dianggap layak.

Jika IRR kurang dari i, proyek tersebut dinyatakan tidak layak.

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (5)$$

3. BCR (*Benefit Cost Ratio*)

Benefit-Cost Ratio (BCR) adalah metode yang digunakan untuk menilai proyek atau investasi dengan membandingkan manfaat ekonomi yang dihasilkan dari suatu kegiatan dengan biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan tersebut. Biasanya, kita menggunakan simbol B untuk mewakili ukuran manfaat dan simbol C untuk mewakili ukuran biaya (**Shively, 2012**). Persamaan untuk mengetahui hasil *Benefit Cost Ratio* menggunakan Persamaan (6) serta mengikuti ketentuan sebagai berikut:

Jika BCR lebih besar dari 1, maka proyek tersebut dianggap layak.

Sebaliknya, jika BCR kurang dari 1, proyek dinyatakan tidak layak.

$$BCR = \frac{|PV[Benefit]|}{|PV[Cost]|} \quad (6)$$

Dengan

PV *Benefit* = *Present Value of Benefit* (Nilai keuntungan saat ini)

PV *Cost* = *Present Value of Cost* (Nilai dari biaya saat ini)

4. PBP (*Payback Period*)

Payback period didefinisikan sebagai ukuran untuk memeriksa pengembalian investasi awal, hal ini berarti seberapa cepat pengembalian kas dihasilkan oleh kapasitas terpasang sistem pembangkit energi (**Luthra, dkk, 2015**). Menentukan hasil dari *Payback Periode* dapat diketahui pada Persamaan (7). Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui pada tahun

berapa modal awal telah tertutup oleh aliran kas. Sebuah proyek dinyatakan layak atau tidak layak berdasarkan kriteria berikut:

Jika *Payback Period* (PBP) kurang dari waktu investasi, maka proyek dianggap layak.

Namun, jika PBP lebih besar dari waktu investasi, proyek tersebut dinyatakan tidak layak.

$$\text{Payback Periode} = n + \frac{a-b}{c-b} \times 1 \text{ tahun} \quad (7)$$

Di dalam melakukan menganalisa kelayakan, terdapat beberapa data yang harus diperhitungkan terlebih dahulu diantaranya adalah:

- Rencana biaya yang dikeluarkan (RAB).
- Estimasi total biaya yang akan dikeluarkan untuk suatu proyek, mencakup biaya investasi, biaya operasional dan pemeliharaan, serta biaya pendapatan.
- Net Cash Flow* yaitu jumlah bersih uang yang tersisa setelah semua pemasukan (*cash inflow*) dikurangi dengan semua pengeluaran (*cash outflow*).
- Present Value* yaitu cara untuk melihat nilai uang dimasa depan, ini berkaitan dengan potensi untuk tumbuh melalui investasi.
- PV Benefit* mengacu pada nilai sekarang dari manfaat atau keuntungan yang dihasilkan dari proyek tersebut.
- PV Cost* yaitu nilai biaya yang harus dikeluarkan untuk proyek pada periode tertentu.
- Arus Kas Kumulatif yaitu jumlah total dari seluruh uang yang masuk dan keluar dari bisnis atau proyek sejak awal hingga akhir. Arus Kas Kumulatif penting karena memberikan Gambaran finansial bisnis atau proyek tersebut secara keseluruhan.
- Biaya pendapatan dalam analisa ini menggunakan harga jual listrik sebagai pendapatan setiap tahun. Besar biaya ini dapat dihitung menggunakan Persamaan (8), (9) dan (10)

$$\text{Total pendapatan perhari} = \text{total energi} \times \text{harga jual per kwh} \quad (8)$$

$$\text{Total pendapatan perbulan} = \text{total pendapatan perhari} \times 30 \text{ hari} \quad (9)$$

$$\text{Total pendapatan pertahun} = \text{total pendapatan perbulan} \times 12 \text{ bulan} \quad (10)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari kegiatan di lapangan, diperoleh data awal yang akan ditunjukkan pada bagian ini. Penelitian menggunakan asumsi bahwa beban terpakai selama 24 jam dengan total beban sebesar 17.120 watthour. Data lengkap beban dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Beban Sanggar Latar Seni

No	Nama Beban	P (W)	Jumlah	P Total (W)	Durasi (Jam)	Total (Wh)
1	Lampu	20	9	180	12	2,160
2	Lampu	10	4	40	12	480
3	Lampu Jalan	15	2	30	12	360
4	Lampu Taman	15	4	60	10	600
5	Kulkas	130	1	130	24	3,120
6	Show Case	250	1	250	12	3,000
7	Rice Cooker	180	1	180	5	900
8	Televisi	100	1	100	5	500
9	Sound System	300	2	600	10	6,000
Total Penggunaan Daya (Wh)						17,120

3.1 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah daftar anggaran yang diperlukan untuk melaksanakan suatu kegiatan (**Rozak, dkk, 2022**). Dalam penelitian ini, RAB mencakup biaya investasi, biaya operasional dan pemeliharaan, serta biaya pendapatan. Dalam proyek ini umur investasi selama 25 tahun. Rencana anggaran biaya ini terdiri dari beberapa biaya yaitu:

1. Biaya Investasi

Biaya Investasi adalah pengeluaran yang diperlukan pada tahap awal pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Pikohidro dan PLTS. Biaya ini meliputi biaya komponen-komponen yang akan digunakan pada proyek ini. Pada penelitian ini diasumsikan sebesar Rp. 17.337.800,-

2. Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya Operasional dan Pemeliharaan meliputi pengeluaran yang diperlukan untuk merawat, memelihara, dan memperbaiki komponen-komponen yang digunakan dalam pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Pikohidro dan PLTS. Pada penelitian ini menggunakan asumsi biaya operasional dan pemeliharaan selama 25 tahun yaitu setiap tahunnya Rp. 642.000,- tiga tahun Rp. 1.014.200,- dan sekali dalam 25 tahun dilakukan Rp. 1.392.000,- dalam dimensi ekonomi.

3.2 Energi Pikohidro dan PLTS

1. Energi yang dihasilkan Pikohidro

Energi yang dihasilkan oleh pikohidro dipengaruhi oleh data *head* atau jatuh air, debit air, gravitasi, maupun efisiensi generator. Data di lapangan didapat $\eta=65\%$ $Q=0,0103\text{ m}^3/\text{s}$, $H=10,6\text{ m}$. Sesuai Persamaan (1) maka besar energi yang dihasilkan adalah $P = 878\text{ W} / 0,878\text{ kW}$. Sehingga dalam satu hari energi yang dihasilkan oleh pikohidro sesuai Persamaan (2) sebesar 15.804 Wh atau 15,804 kWh.

2. Energi yang dihasilkan PLTS

Energi yang harus dikeluarkan oleh PLTS harus mampu menutupi kekurangan energi yang dihasilkan oleh Pikohidro. Dalam hal ini perlu dihitung terlebih dahulu besar energi yang harus ditutupi oleh PLTS dalam sehari:

$$\begin{aligned}\text{Energi PLTS} &= \text{Energi Beban} - \text{Energi Pikohidro} \\ &= 17.120\text{ Wh} - 15.804\text{ Wh} = 1.316\text{ Wh}\end{aligned}$$

3.3 Total Biaya Pendapatan

Biaya pendapatan berasal dari penjualan energi listrik yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Pikohidro dan PLTS. Energi listrik ini akan dijual kepada konsumen dengan harga yang telah ditentukan yaitu Rp. 1.444,70/kWh sesuai dengan tarif PLN mulai 01 Maret 2024 golongan R1/TR daya 1300 VA. Besar biaya pendapatan dalam setahun dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Total Pendapatan Perhari} &= \text{Total Energi} \times \text{Harga Jual Perkwh} \\ &= 17,12\text{ kWh} \times \text{Rp. } 1.444,70 / \text{kWh} = \text{Rp. } 24.733 / \text{hari} \\ \text{Total Pendapatan Perbulan} &= \text{Total Pendapatan perhari} \times 30 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. } 24.733 / \text{kWh} \times 30 \text{ hari} = \text{Rp. } 741.977 / \text{bulan} \\ \text{Total Pendapatan Pertahun} &= \text{Total Pendapatan perbulan} \times 12 \text{ Bulan} \\ &= \text{Rp. } 741.977 \times 12 \text{ bulan} = \text{Rp. } 8.903.975 / \text{tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat diketahui bahwa total pendapatan yang diperoleh dengan menjual energi listrik sebesar 17,12 kWh dalam 1 tahun yaitu Rp. 8.903.975,-

3.4 Rencana Anggaran Biaya Selama 25 Tahun

Rencana Anggaran Biaya Selama 25 Tahun sebagai umur proyek mengacu pada umur dari panel surya. Untuk memudahkan analisis kelayakan finansial, perlu dilakukan perhitungan

net cash flow atau arus kas bersih setiap tahun dari tahun ke-0 hingga tahun ke-25, dengan total biaya investasi sebesar Rp. 17.337.800,- yang ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rencana Anggaran Pembiayaan selama 25 Tahun

Tahun	Total Cost (Rp)	Pemasukan (Rp)	Net Cash Flow (Rp)
0	17.337.800,-		- 17.337.800,-
1	642.000,-	8.903.975,-	8.261.975,-
2	642.000,-	8.903.975,-	8.261.975,-
3	1.014.200,-	8.903.975,-	7.889.775,-
...
24	1.014.200,-	8.903.975,-	7.889.775,-
25	642.000,-	8.903.975,-	8.261.975,-

3.5 Perhitungan Net Present Value (NPV)

Perhitungan NPV berdasarkan data-data Rencana Anggaran Biaya dan Suku Bunga tahunan 6% dalam proyek pembangunan pembangkit listrik hybrid ini sebagai berikut sesuai dengan Persamaan (3):

$$NPV = \frac{Rp.642.000}{(1+0,06)^1} + \dots + \frac{Rp.642.000}{(1+0,06)^{25}} - Rp.17.337.800 = Rp.86.158.036$$

Perlunya perhitungan NPV ini untuk melihat nilai waktu dari uang, dimana menunjukkan uang yang diperoleh di masa yang akan datang memiliki nilai lebih rendah dibandingkan nilai uang pada saat ini. Maka NPV dianggap lebih akurat dalam penilaian investasi. Mengacu pada (**Žižlavský, 2014**) maka dari hasil perhitungan nilai NPV lebih dari 0 maka disimpulkan proyek dapat dilanjutkan.

Hasil perhitungan lengkap untuk umur ekonomi selama 25 tahun dapat dilihat lainnya pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Net Present Value (NPV)

Tahun	Net Cash Flow	Present Value
0	-Rp. 17.337.800	-Rp. 17.337.800
1	Rp. 8.261.975	Rp. 7.794.316
2	Rp. 8.261.975	Rp. 7.353.128
3	Rp. 7.889.775	Rp. 6.624.407
...
23	Rp. 8.261.975	Rp. 2.162.962
24	Rp. 7.889.775	Rp. 1.948.605
25	Rp. 8.261.975	Rp. 1.925.029
Net Present Value		Rp. 86.158.036

3.6 Perhitungan Internal Rate Of Return (IRR)

Hasil perhitungan Internal Rate of Return dengan tingkat suku bunga 6% disajikan pada Tabel 4. Nilai ini sering digunakan untuk mengevaluasi potensi profit yang diperoleh dari suatu proyek. Jika nilai IRR yang diperoleh tinggi dibandingkan dengan tingkat pengembaliannya, maka proyek ini dianggap menarik (**Žižlavský, 2014**).

Tabel 4. Hasil Internal Rate Of Return

Tahun	Net Cash Flow	Present Value i = 6 %
0	Rp. 17.337.800	-Rp. 17.337.800
1	Rp. 642.000	Rp. 7.794.316
2	Rp. 642.000	Rp. 7.353.128
...
23	Rp. 642.000	Rp. 2.162.962
24	Rp. 1.014.200	Rp. 1.948.605
25	Rp. 642.000	Rp. 1.925.029
Net Present Value		Rp. 86.158.036

Menggunakan Persamaan (5), nilai IRR diperoleh sebagai berikut:

$$IRR = 6\% + \frac{Rp. 86.158.036}{Rp. 86.158.036 - (-Rp. 20.735)} (47,1\% - 6\%) = 47,1\%$$

Nilai IRR sebesar 47,1% yang berarti lebih besar dari suku bunga bank sebesar 6%. Hal ini berarti proyek layak untuk dilanjutkan.

3.7 Nilai Benefit Cost Ratio (BCR)

Hasil rasio dari manfaat dengan biaya proyek PV dalam 25 tahun rentang waktu pembiayaan pada penelitian ini sebesar Rp. 11.822.684,- dimana nilai ini menunjukkan pada nilai sekarang dari keuntungan yang dihasilkan dari proyek yang dikerjakan. Sedangkan PV cost sebesar Rp. 27.664.648,- menunjukkan besar biaya yang perlu dialokasikan untuk proyek dalam periode yang telah ditetapkan.

Dari nilai yang sudah diketahui ini selanjutnya dapat dilakukan perhitungan BCR dengan hasil sebagai berikut:

$$BCR = \frac{Rp. 113.822.684}{Rp. 27.664.648} = 4,11$$

Untuk sumber daya terbatas, hasil dari perhitungan BCR membantu untuk menentukan prioritas dari berbagai proyek sesuai potensi manfaat dengan memperhatikan biaya yang diperlukan

Hasil perhitungan BCR sebesar 4,11 yang berarti lebih dari 1 memberi kesimpulan bahwa proyek layak untuk dilanjutkan (**Shively, 2012**)(**Žižlavský, 2014**).

3.8 Perhitungan Payback Periode (PBP)

Dalam perhitungan payback periode, perlu mencari terlebih dahulu arus kas kumulatif setiap tahunnya seperti dilihat pada Tabel 5.

Terlihat pada Tabel 5 bahwa pada tahun ke 2 merupakan tahun terakhir dimana arus kas keseluruhan belum mencakup total nilai penanaman investasi, karena itu, payback periode dapat dihitung sebagai berikut:

$$Payback\ Periode = 2 + \frac{Rp. 17.337.800 - Rp. 15.147.444}{Rp. 21.771.852 - Rp. 17.147.444} \times 1\ th = 2,32\ th$$

Tabel 5. Perhitungan Arus Komulatif

Tahun	Present Value (Rp)	Arus Kas Komulatif (Rp)
0	-17.337.800	
1	7.794.316	7.794.316
2	7.353.128	15.147.444
3	6.624.407	21.771.852
...
23	2.162.962	99.622.202
24	1.948.605	101.570.807
25	1.925.029	103.495.836
	86.158.036	1.154.555.342

Manfaat perhitungan ini menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan investasi awal. Dari hasil perhitungan maka diperoleh nilai payback periode sebesar 2,32. Ini menunjukkan bahwa pada tahun ke 2 di bulan Maret proyek ini sudah mencapai titik balik modal. Dapat disimpulkan proyek ini memiliki Payback Period yang pendek maka proyek ini memiliki resiko rendah (**Gessinger, 2009**).

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa perhitungan dengan menggunakan metode yang diusulkan maka proyek pembangunan pembangkit listrik Pikohidro dan PLTS di desa Pendem, Kec. Junrejo, Kota Batu dikatakan LAYAK secara finansial dimana dengan Biaya Investasi Rp. 17.337.800 menghasilkan nilai NPV > 0 yaitu Rp. 86.158.036, IRR > suku bunga yang digunakan (6%) yaitu 47,1%, BCR > 1 yaitu 4,11, dan PBP < umur investasi yaitu 2,32 tahun dengan kapasitas proyek dapat direalisasikan dengan daya sebesar 17.120 wathour.

DAFTAR RUJUKAN

- Dincer, İ., & Abu-Rayash, A. (2020). *Energy Sustainability*. Academic Press.
- Gessinger, G. H. (2009). Financial Management of a Company. In *Materials and Innovative Product Development* (pp. 139–180). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-559-3.00007-7>
- Kamelia, L., Kharisma, K., & Fadhil, A. (2017). Analisis Perencanaan Secara Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Terbarukan (Studi Kasus: Kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta). *TELKA - Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi Dan Kontrol*, 3(1), 13–27. <https://doi.org/10.15575/telka.v3n1.13-27>
- Kementrian esdm, K. (2008, Agustus). *Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) Indonesia*. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/potensi-energi-baru-terbarukan-ebt-indonesia>

- Limanseto, H. (2022, Oktober). *Akselerasi Net Zero Emissions, Indonesia Deklarasikan Target Terbaru Penurunan Emisi Karbon*.
<https://ekon.go.id/publikasi/detail/4652/akselerasi-net-zero-emissions-indonesia-deklarasikan-target-terbaru-penurunan-emisi-karbon>
- Luthra, S., Mangla, S. K., & Kharb, R. K. (2015). Sustainable assessment in energy planning and management in Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.007>
- Moreira, E., De Souza Damasceno, J., & Kelly Souza, S. (2019). Hybrid Power Plants: A Case Study. In T. Taner (Ed.), *Power Plants in the Industry*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.80034>
- Panagoda, S. S., Tilanka, G., Sandunika, I., & Alwis, S. (2023). Advancements In Photovoltaic (Pv) Technology for Solar Energy Generation. *Journal of Research Technology and Engineering*, 4(3), 30–72.
- PLN Persero, P. P. (2021). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik*. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://web.pln.co.id/statics/uploads/2021/10/ruptl-2021-2030.pdf&ved=2ahUKEwj8v_uh2a6JAxWkSWwGHb1eMnsQFnoECDEQAQ&usg=AOvVaw29KzG81azZR-DJ5wM6YTAw
- Ramana, P.V. & Maheswar, D. (2015). *A Comprehensive Study on Solar Power Plant at Educational Institute Level*. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12177.02402>
- Różowicz, S. (2019). Pico hydro generator as an effective source of renewable energy. *PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY*, 1(4), 202–206. <https://doi.org/10.15199/48.2019.04.37>
- Safdar, I., Sultan, S., Raza, H. A., Umer, M., & Ali, M. (2020). Empirical analysis of turbine and generator efficiency of a pico hydro system. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 37, 100605. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.100605>
- Shively, G. (2012). An Overview of Benefit-Cost Analysis. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/255661807_An_Overview_of_Benefit-Cost_Analysis
- Žižlavský, O. (2014). Net Present Value Approach: Method for Economic Assessment of Innovation Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 156, 506–512. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.230>