

STUDI KELAYAKAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) DI SUNGAI YEH DIKIS BANJAR LEBAH KABUPATEN TABANAN

Kadek Dwi Damarian¹, Ida Ayu Dwi Giriantari², I Ketut Jati³

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

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

³Dosen Program Studi Akutansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Udayana
Kampus Bukit, Jl.Raya Kampus Unud Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali 80361

Email : dwidamarian@gmail.com¹, dayu.giriantari@Unud.ac.id², jatiketut@unud.ac.id³

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan pembangkit listrik tenaga air sebagai penggerakannya, seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alami dengan menggunakan tinggi air terjun (*head*) dan jumlah debit air. Sungai Yeh Dikis, Banjar Lebah, Kabupaten Tabanan merupakan lokasi pendukung pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang berguna dalam perencanaan pengembangan wisata di sekitar sungai. Hasil pengukuran dan perhitungan arus adalah 0,381 m³/s dengan *head* 8,2 m. Melalui hasil analisis dan perhitungan, diperoleh turbin *crossflow* dengan kapasitas 18,15 kW. Generator yang digunakan adalah *alternator* dengan kecepatan putar 1500 rpm. Potensi energi yang dapat dibangkitkan dengan efisiensi turbin 0,75 dan efisiensi generator 0,9 adalah sebesar 15.516 kW. Biaya investasi untuk membangun PLTMH yang berlokasi di Sungai Yeh Dikis, Banjar Lebah Tabanan Bali adalah sebesar Rp. 372.593.629. Tingkat NPV discount rate yang digunakan adalah 10% dan 12%, nilainya menjadi Rp.305.254.944,69 dan Rp. 241.046.517,53. IRR adalah sebesar 37,8% dan 46,0%, BCR adalah 0,82 dan 0,65; BEP per unit diperoleh dengan penjualan 1.284.609 kWh energi. Pembangunan PLTMH di Sungai Yeh Dikis, Banjar Lebah Tabanan Bali dikatakan layak dan mampu memperoleh pengembalian modal paling cepat 5 tahun.

Kata kunci : PLTMH, Debit, Daya, Yeh Dikis, Investasi, Kelayakan Ekonomi

ABSTRACT

Micro-hydro Power Plant (MHPP) is a small-scale power plant that uses hydroelectric power as its driving force, such as irrigation canals, rivers or natural waterfalls using the height of the waterfall (head) and the amount of water discharge. Yeh Dikis River, Banjar Lebah, Tabanan Regency is a supporting location for the construction of a Micro Hydro Power Plant (MHPP) which is useful in planning tourism development around the river. The results of measurements and calculations of the current are 0.381 m³/s with a head of 8.2 m. Through the analysis and calculation results, a crossflow turbine with a capacity of 18.15 kW is obtained. The generator used is an alternator with a rotational speed of 1500 rpm. The energy potential that can be generated with a turbine efficiency of 0.75 and a generator efficiency of 0.9 is 15,516 kW. The investment cost to build a PLTMH located on the Yeh Dikis River, Banjar Lebah Tabanan Bali is IDR 372,593,629. The NPV discount rate used is 10% and 12%, the value becomes IDR 305,254,944.69 and IDR 241,046,517.53. IRR is 37.8% and 46.0%, BCR is 0.82 and 0.65; BEP per unit is obtained by selling 1,284,609 kWh of energy. The construction of a MHPP on the Yeh Dikis River, Banjar Lebah, Tabanan, Bali is said to be feasible and capable of obtaining a return on capital in at least 5 years.

Keywords : MHPP, Discharge, Electrical Power, Yeh Dikis, Investment, Economic Feasibility

1. PENDAHULUAN

Menghadapi menipisnya cadangan bahan bakar fosil dan harga bahan bakar fosil yang tidak stabil, diperlukan mengembangkan energi terbarukan. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik kecil yang digerakkan oleh listrik tenaga air seperti saluran irigasi, sungai, atau air terjun alami dengan menggunakan tinggi terjunan (head) dan jumlah debit air. Dengan potensi energi hidro yang melimpah, PLMH dapat dibangun dimana terdapat jumlah debit air yang tinggi, baik berupa air terjun, saluran curam, maupun saluran yang dibendung [1]. Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya air seperti sungai, danau dan saluran irigasi. Ketersediaan air di Indonesia mencapai 694 miliar m³ per tahun. Ada lebih dari 5.590 sungai di Indonesia, banyak di antaranya digunakan untuk irigasi [2]. Sungai Yeh Dikis merupakan salah satu lokasi di Banjar Lebah Kabupaten Tabanan Bali yang mendukung dibangunnya PLTMH. PLTMH memiliki keunggulan karena dapat diaplikasikan pada aliran dengan debit air yang tidak terlalu besar dan PLTMH juga tidak menggunakan komponen kelistrikan yang rumit, serta dengan ukuran yang lebih kecil, proses instalasi yang lebih mudah dilakukan, terutama dalam perencanaan pembangunan pada sungai yang terletak di daerah hutan dan desa terpencil [3]. Sungai Yeh Dikis memiliki lokasi yang di kelilingi oleh pepohonan yang rimbun dan juga terdapat Pura sehingga menciptakan tempat yang nyaman dan asri sehingga pembangunan PLTMH di Sungai Yeh Dikis sangat mendukung untuk pemanfaatan pengembangan pariwisata. Kelayakan ekonomi merupakan terbentuknya manfaat-manfaat ekonomi bagi masyarakat akan hasil dari penyediaan infrastruktur publik tertentu, tujuan dari dilakukannya analisis kelayakan ekonomi adalah untuk memilih penyediaan infrastuktur yang lebih tepat yang ditentukan dari perbandingan besarnya peningkatan kehidupan ekonomi dan sosial yang bisa dihasilkan dengan alternatif penyediaan infrastruktur lainnya [4]. Syarat kelayakan secara ekonomi pada suatu lokasi potensi PLMTH ditentukan dengan beberapa parameter diantaranya, kelayakan hidrologi, kelayakan sipil, kelayakan mekanikal elektrik, kelayakan ekonomi atau finansial, kelayakan sosial

budaya, kelayakan lingkungan dan kelayakan komprehensif berkelanjutan. Kelayakan ekonomi atau keuangan.

2. TEORI

2.1 PLTMH

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan salah satu teknologi pembangkit listrik tenaga air kecil yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menyediakan energi hijau. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik yang digerakkan oleh tenaga air seperti saluran irigasi, sungai, air terjun alam, dan lain-lain, dengan menggunakan tinggi (head, dalam meter) dan volume air air terjun (m³/detik) [5].

2.2 Syarat Kelayakan PLTMH

Syarat kelayakan secara ekonomi pada suatu lokasi potensi PLTMH ditentukan dengan beberapa parameter diantaranya, kelayakan hidrologi, kelayakan sipil, kelayakan mekanikal elektrik, kelayakan sosial budaya, dan kelayakan komprehensif berkelanjutan dan kelayakan ekonomi/finansial [6].

Kelayakan ekonomi/finansial merupakan salah satu syarat kelayakan yang paling penting dalam suatu perancangan proyek, karena kelayakan ekonomi finansial memegang peranan didalam menentukan suatu PLTMH dapat memperoleh keuntungan yang optimal.

2.3 Parameter Ekonomi Teknik

Parameter ekonomi teknik sangat penting dalam melakukan analisis kelayakan ekonomi yaitu dengan adanya parameter ekonomi teknik, dapat dilakukan analisa atau perhitungan akan keuntungan yang akan diperoleh dari suatu proyek sehingga dalam pengambilan keputusan untuk merencanakan proyek dapat mengambil keputusan dengan baik.

1. *Benefit Cost Ratio*

Didefinisikan sebagai perbandingan antara manfaat (keuntungan) yang diperoleh dengan investasi yang diterapkan. Berdasarkan pengertian tersebut, maka nilai perbandingan ini harus sama dengan atau lebih dari 1, Sehingga diharapkan besarnya penghasilan lebih dari besar dari besarnya investasi.

Rumus perhitungan BCR adalah Sebagai berikut

$$BCR = \frac{NPV}{Investment\ Cost}$$

Keterangan :

BCR= *Benefit Cost Ratio*

NPV= *Net Present Value*

Investment Cost =Besarnya Biaya Investasi

2. *Net Present Value (NPV)*

Mempunyai pengertian jumlah dari keseluruhan manfaat dikurangi dengan keseluruhan biayanya pada jangka waktu tertentu.

Rumus NPV adalah sebagai berikut [7]

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{Cf_n}{(1+r)^n}$$

Keterangan :

NPV= *Net Present Value*

CP= Arus Kas

r = tingkat diskonto

N= Jangka waktu proyek

3. *Internal Rate Return*

Internal Rate Return adalah

keuntungan yang bisa dihasilkan dengan adanya operasi PLTMH

Rumus IRR adalah [8]

$$IRR = i1 + \frac{NPV (+)}{(NPV (+) - NPV(-))} \times (i2 - i1)$$

Keterangan :

IRR = *Internal Rate of Return*

NPV= *Net Present Value*

i1 = Tingkat suku bunga yang memberikan nilai NPV positif

4. *Cash Flow*

Cash Flow atau arus kas adalah aliran dana masuk dan aliran dana keluar dalam periode tertentu yang berjangka pendek dalam pengelolaan yang dimiliki lembaga pengelolaan PLTMH.

5. *Payback Period*

Payback Period Merupakan jangka waktu yang diperlukan untuk menutupi pengeluaran modal pada sebuah investasi menggunakan aliran kas netto (*Net Cash Flow*).

Rumus yang di gunakan adalah [9]

$$PP = n \frac{a - b}{c - b} \times 1\ tahun$$

Keterangan :

PP= *Payback Period*

n=tahun terakhir jumlah arus kas belum mampu menutupi modal investasi

b= jumlah arus kas hingga tahun ke -n

c= jumlah arus kas hingga tahun ke -n+1

6. *Life Cycle Cost*

Life Cycle Cost (LCC) adalah suatu konsep pemodelan perhitungan biaya dari

tahap permulaan sampai pembongkaran suatu asset dari sebuah proyek sebagai alat untuk mengambil keputusan atas sebuah studi analisis dan perhitungan dari total biaya yang ada selama siklus hidup asset.

Rumus LCC adalah sebagai berikut

$$LCC = C + Ce + Com + Cd [10]$$

Keterangan :

LCC = *Life Cycle Cost*

C = Biaya Tahun awal perencanaan (*Initial cost*)

Ce = Biaya Bahan Bakar

Com = Biaya operasional dan pemeliharaan

Cd = Biaya penutupan asset

7. *Break Even Point*

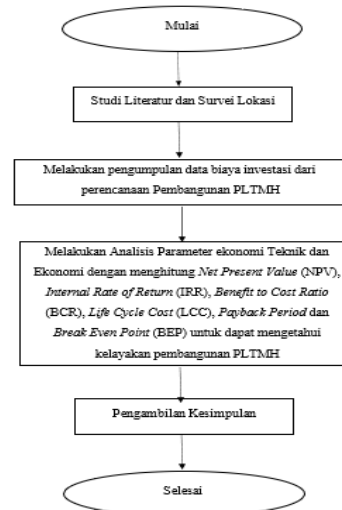
Break even point merupakan suatu keadaan dimana modal yang kita keluarkan sama dengan pendapatan [11]

Rumus BEP adalah sebagai berikut :

$$BEP\ Unit = \frac{Biaya\ Tetap}{Harga\ per\ unit - Biaya\ variable\ per\ unit}$$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di sungai Yeh Dikis, banjar Lebah Kota Tabanan Bali pada bulan April hingga Juli 2022. Analisis Data dapat dilihat pada Gambar 1 :



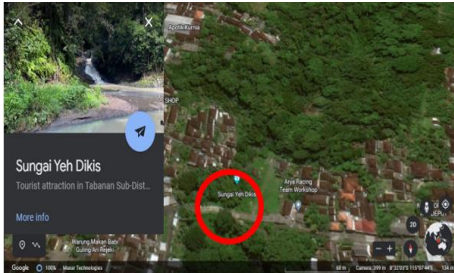
Gambar 1. Tahapan Penelitian Kelayakan Ekonomi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Sungai Yeh Dikis

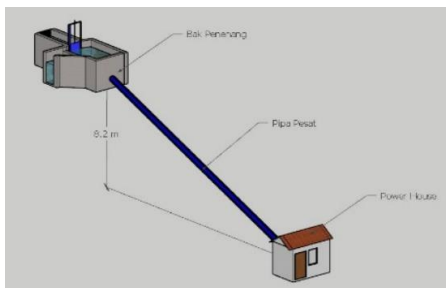
Sungai Yeh Dikis terletak di Banjar Lebah Kabupaten Tabanan tepatnya pada koordinat 008° 33' 04" S - 115° 07' 40" E. Letak sungai Yeh Dikis yang dekat dengan pusat kota, Sungai Yeh Dikis merupakan

lingkungan yang asri dan sejuk sehingga berpotensi menjadikannya sebagai tempat wisata, baik wisata kuliner ataupun camping ground.



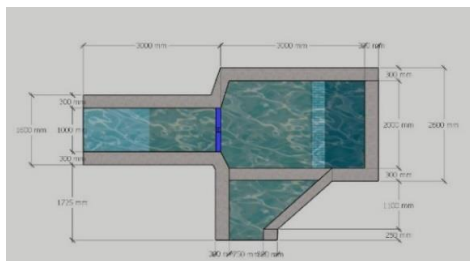
Gambar 2. Lokasi Sungai Yeh Dikis Banjar Lebah, Kabupaten Tabanan

4.2 Design PLTMH



Gambar 3. Perencanaan PLTMH

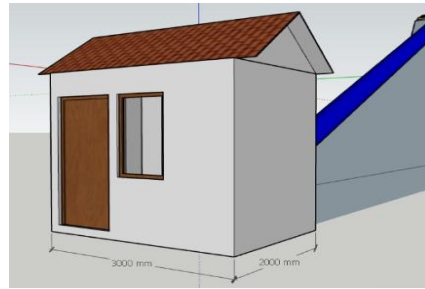
Pada Gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa PLTMH yang akan dibangun di Sungai Yeh Dikis menggunakan bak penenang yang akan diletakkan pada bagian hulusungai. Setelah air ditampung pada bak penenang, selanjutnya akan dialirkan menggunakan pipa pesat yang kemudian akan menuju turbin lalu ke generator.



Gambar 4. Ukuran Bak Penenang

Pada Gambar 4 merupakan gambaran bak penenang yang akan digunakan untuk pembangunan PLTMH di Sungai Yeh Dikis. Bak Penenang berfungsi untuk menyaring air sungai agar sampah atau kotoran tidak masuk ke dalam turbin, bak penenang akan menenangkan air sebelum masuk ke pipa pesat. Pada

pembangunan bak penenang, ada beberapa bagian penting yaitu saringan, saluran pelimpah dan pintupengatur



Gambar 5. Gambar Power house

Gambar 5 merupakan bangunan *power house* atau rumah pembangkit yang akan digunakan untuk menyimpan komponen-komponen dari PLTMH diantaranya adalah turbin, generator serta peralatan kelistrikan lainnya. Rumah pembangkit dengan luas bangunan 6 m². Pembangunan *power house* di Sungai Yeh Dikis menyesuaikan dimensi turbin dan generator sebesar 1 x 0,75m² dan 1 m².

4.3 Biaya Investasi

Biaya investasi didapatkan dengan mencari harga komponen untuk pembangunan PLTMH, perhitungan pekerjaan sipil biaya investasi di dapatkan dari luas bangunan yang di hitung per meter persegi.

Berikut di sajikan tabel biaya investasi yang telah di dapatkan.

Tabel 1. Biaya Pekerjaan Sipil dan Mekanikal

Jenis Pekerjaan	Harga (Rp)
Pekerjaan Sipil	
Saluran Pembawa	3.534.309
Bak Penenang	19.365.147
Saluran Pelimpah	2.492.347
Pipa Pesat (Penstok)	93.778.131
Power House	21.000.000
Pekerjaan Mekanikal-Elektrikal	
Turbin Set Tipe <i>Crossflow</i> Termasuk <i>Base Frame, Pulley and Belt</i>	170.500.000
Pengadaan Instalasi MDP	25.000.000

Tabel 1 merupakan biaya pekerjaan sipil dan mekanikal elektrikal untuk perencanaan pembangunan PLTMH di Sungai Yeh Dikis, selanjutnya adalah total biaya investasi yang di dapatkan dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Investasi Pembangunan PLTMH

Biaya Investasi	
Jenis Pekerjaan	Biaya (Rp)
Pekerjaan Sipil	140.169.935,69
Pekerjaan mekanikal dan elektrikal	195.500.000,00
Total	335.669.935,69
Ppn 11%	36.923.692,93
Grand Total	372.593.629

4.3.1 Analisa Kelayakan Ekonomi

Analisa kelayakan ekonomi adalah Analisa finansial untuk mengukur tingkat kelayakan secara ekonomi dalam perencanaan pembangunan PLTMH di sungai Yeh Dikis Banjar lebah kabupaten Tabanan. Analisis kelayakan ekonomi akan di hitung berdasarkan inflasi dan tingkat diskonto. Inflasi yang di gunakan adalah dengan menggunakan *inflation rate* sebesar 5% dan penggunaan tingkat diskonto 10% dan 12%.

4.3.2 Perhitungan Life Cycle Cost

Life cycle cost merupakan besarnya biaya yang harus di keluarkan sepanjang umur ekonomis PLTMH. Biaya yang dikeluarkan merupakan *variable cost* yang terdiri dari kumpulan biaya, diantaranya biaya operational and maintenance, biaya penyusutan dan biaya penggunaan air permukaan.

1. Biaya Operational dan Maintenance

Biaya operasional dan pemeliharaan ditetapkan sebesar 2% sebagai ketentuan umum dari biaya investasi awal untuk setiap tahunnya. Perhitungan biaya O&M adalah sebagai berikut.

$$\text{Biaya O\&M} = \text{initial cost} \times 2\%$$

$$\text{Biaya O\&M} = \text{Rp } 372.593.629 \times 2\%$$

$$\text{Biaya O\&M} = \text{Rp } 7.451.873$$

Setelah di dapatkan biaya O&M pada tahun awal maka didapatkan perhitungan selama umur ekonomis (30 tahun) sebagai berikut.

Tabel 3. Biaya O&M

BIAYA O&M				
Tahun	Tahun ke	Biaya O&M (Rp)	Present Value discount rate 10% (Rp)	Present Value discount rate 12% (Rp)
2022	0	0	0	0
2023	1	7.451.873	6.774.430	6.653.458
2024	2	7.824.467	6.466.501	6.237.617
2025	3	8.215.690	6.172.569	5.847.766
2026	4	8.626.474	5.891.998	5.482.280
2027	5	9.057.798	5.624.180	5.139.638
2028	6	9.510.688	5.368.535	4.818.411
2029	7	9.986.223	5.124.511	4.517.260
2030	8	10.485.534	4.891.579	4.234.931
2031	9	11.009.810	4.669.234	3.970.248
2032	10	11.560.301	4.456.996	3.722.107
2033	11	12.138.316	4.254.406	3.489.476
2034	12	12.745.232	4.061.024	3.271.384
2035	13	13.382.493	3.876.432	3.066.922
2036	14	14.051.618	3.700.230	2.875.239
2037	15	14.754.199	3.532.038	2.695.537
2038	16	15.491.909	3.371.491	2.527.066
2039	17	16.266.504	3.218.241	2.369.124
2040	18	17.079.829	3.071.957	2.221.054
2041	19	17.933.821	2.932.323	2.082.238
2042	20	18.830.512	2.799.036	1.952.098
2043	21	19.772.038	2.671.807	1.830.092
2044	22	20.760.639	2.550.361	1.715.711
2045	23	21.798.671	2.434.435	1.608.479
2046	24	22.888.605	2.323.779	1.507.949
2047	25	24.033.035	2.218.153	1.413.703
2048	26	25.234.687	2.117.328	1.325.346
2049	27	26.496.421	2.021.086	1.242.512
2050	28	27.821.242	1.929.218	1.164.855
2051	29	29.212.304	1.841.526	1.092.052
2052	30	30.672.920	1.757.821	1.023.798
Total		495.093.854	112.123.226	91.098.353

2. Biaya Penyusutan

Biaya penyusutan merupakan suatu parameter untuk mengalokasikan biaya. Faktor-faktor yang mempengaruhi biaya penyusutan adalah harga perolehan (*initial cost*), nilai residu yang bernilai 0 bila diasumsikan di akhir umur ekonomis, asset tidak di jual kembali. Perhitungan besarnya biaya penyusutan adalah sebagai berikut.

$$\text{Biaya Penyusutan} = \frac{\text{Initial cost} - \text{Nilai Residu}}{\text{Umur Ekonomis}}$$

$$\text{Biaya penyusutan} = \frac{372.593.629 - 0}{30}$$

$$\text{Biaya Penyusutan} = \text{Rp } 11.188.997$$

Setelah di dapatkan biaya penusutan pada tahun awal maka didapatkan perhitungan selama umur ekonomis (30 tahun) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Biaya Penyusutan

BIAYA PENYUSUTAN				
Tahun	Tahun ke-	Biaya penyusutan (Rp)	Present Value discount rate 10% (Rp)	Present Value discount rate 12% (Rp)
2022	0	0	0	0
2023	1	11.188.998	10.171.816	9.990.177
2024	2	11.748.448	9.709.461	9.365.791
2025	3	12.335.870	9.268.122	8.780.429
2026	4	12.952.664	8.846.844	8.231.652
2027	5	13.600.297	8.444.714	7.717.174
2028	6	14.280.312	8.060.864	7.234.850
2029	7	14.994.327	7.694.461	6.782.672
2030	8	15.744.044	7.344.713	6.358.755
2031	9	16.531.246	7.010.862	5.961.333
2032	10	17.357.808	6.692.187	5.588.750
2033	11	18.225.699	6.387.996	5.239.453
2034	12	19.136.984	6.097.633	4.911.987
2035	13	20.093.833	5.820.468	4.604.988
2036	14	21.098.524	5.555.901	4.317.176
2037	15	22.153.451	5.303.360	4.047.353
2038	16	23.261.123	5.062.298	3.794.393
2039	17	24.424.179	4.832.194	3.557.244
2040	18	25.645.388	4.612.549	3.334.916
2041	19	26.927.658	4.402.887	3.126.484
2042	20	28.274.041	4.202.756	2.931.078
2043	21	29.687.743	4.011.722	2.747.886
2044	22	31.172.130	3.829.371	2.576.143
2045	23	32.730.736	3.655.308	2.415.134
2046	24	34.367.273	3.489.158	2.264.188
2047	25	36.085.637	3.330.560	2.122.676
2048	26	37.889.919	3.179.171	1.990.009
2049	27	39.784.415	3.034.663	1.865.634
2050	28	41.773.635	2.896.724	1.749.032
2051	29	43.862.317	2.765.055	1.639.717
2052	30	46.055.433	2.639.370	1.537.235
Total		743.384.132	168.353.185	136.784.308

3. Biaya Penggunaan Air

Peraturan Gubernur Bali no. 33 tahun 2017 Pasal 2 Ayat 3 Butir b tentang Besaran Nilai Perolehan Air Permukaan dan Tata Cara Pembayaran, Penagihan, dan Penyetoran Pajak Air Permukaan. Besarnya biaya air permukaan di provinsi Bali untuk pembangkit listrik tenaga air sebesar Rp.50,- per kWh. Besarnya potensi daya listrik yang dibangkitkan PLTMH sebesar 15,516 kW, besarnya energi listrik yang dibangkitkan dalam satu tahun sebesar 135.920 kWh. Perhitungan biaya air didapatkan dari:

Biaya Air PerTahun = 50 x jam setahun (8760) x daya output.

Biaya air yang di dapatkan sepanjang umur ekonomis dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Biaya Air

Biaya Bahan Bakar (Air)				
Tahun	Tahun ke-	Biaya Air (50/kwh x 135.920 kwh) (Rp)	Present Value discount rate 10% (Rp)	Present Value discount rate 12% (Rp)
2022	0	0	0	0
2023	1	6.796.000	6.178.182	6.067.857
2024	2	6.796.000	5.616.529	5.417.730
2025	3	6.796.000	5.105.935	4.837.259
2026	4	6.931.920	4.734.595	4.405.360
2027	5	6.931.920	4.304.177	3.933.358
2028	6	6.931.920	3.912.888	3.511.926
2029	7	7.067.840	3.626.919	3.197.132
2030	8	7.067.840	3.297.200	2.854.582
2031	9	7.067.840	2.997.454	2.548.734
2032	10	7.203.760	2.777.361	2.319.418
2033	11	7.203.760	2.524.874	2.070.909
2034	12	7.203.760	2.295.340	1.849.026
2035	13	7.339.680	2.126.044	1.682.065
2036	14	7.339.680	1.932.767	1.501.844
2037	15	7.339.680	1.757.061	1.340.932
2038	16	7.475.600	1.626.908	1.219.432
2039	17	7.475.600	1.479.008	1.088.779
2040	18	7.475.600	1.344.552	972.124
2041	19	7.611.520	1.244.544	883.749
2042	20	7.611.520	1.131.404	789.062
2043	21	7.611.520	1.028.549	704.519
2044	22	7.747.440	951.742	640.268
2045	23	7.747.440	865.220	571.668
2046	24	7.747.440	786.563	510.418
2047	25	7.883.360	727.603	463.725
2048	26	7.883.360	661.457	414.040
2049	27	7.883.360	601.324	369.679
2050	28	8.019.280	556.084	335.761
2051	29	8.019.280	505.531	299.787
2052	30	8.019.280	459.573	267.667
Total		222.229.200	67.157.389	57.068.810

Dari Biaya O&M, Penyusutan, maka didapatkan LCC sebagai berikut.

Tabel 6. Life Cycle Cost

LCC				
NO	Parameter	Biaya pengeluaran (Rp)	PV cost discount rate 10% (Rp)	PV cost discount rate 12% (Rp)
1	Investasi	372.593.629	372.593.629	372.593.629
2	Biaya O&M	495.093.854	112.123.226	91.098.353
3	Biaya penyusutan	743.384.132	168.353.185	136.784.308
4	Biaya Air	222.229.200	67.157.389	57.068.810
Total		1.833.300.815	720.227.429	657.545.100

4.3.3 Proyeksi Pendapatan

Proyeksi pendapatan menurut Peraturan Menteri No.04 Tahun 2012 Pasal 2 ayat 1 butir b untuk harga pembelian tenaga listrik jika terkoneksi pada tegangan rendah maka di tetapkan Rp 1.004/kWh [12]. Maka potensi daya PLTMH 15,516 kW didapatkan biaya pendapatan sebesar Rp 136.463.841 per tahun. Penggunaan listrik untuk PLTMH sendiri adalah sebesar 60 watt untuk penerangan 4 titik lampu masing-masing sebesar 15 watt. Asumsi penggunaan lampu adalah 12 jam dalam sehari, sehingga biaya pertahun sebesar Rp 263.581. Proyeksi pendapatan listrik akan di kurangi dengan biaya penggunaan sendiri, maka proyeksi pendapatan yang diperoleh adalah 136.199.990 per tahun.

Tabel 7. Proyeksi Pendapatan (30 Tahun)

Tahun	Tahun ke	Proyeksi Pendapatan (Rp)	PV 10% (Rp)	PV 12% (Rp)
2022	0	0	0	0
2023	1	136.199.990	123.818.173	121.607.134
2024	2	136.199.990	112.561.975	108.577.798
2025	3	136.199.990	102.329.068	96.944.462
2026	4	138.929.267	94.890.558	88.292.061
2027	5	138.929.267	86.264.144	78.832.197
2028	6	138.929.267	78.421.949	70.385.890
2029	7	141.658.543	72.693.232	64.079.131
2030	8	141.658.543	66.084.756	57.213.510
2031	9	141.658.543	60.077.051	51.083.491
2032	10	144.387.820	55.667.755	46.489.014
2033	11	144.387.820	50.607.050	41.508.048
2034	12	144.387.820	46.006.409	37.060.757
2035	13	147.117.097	42.614.583	33.715.442
2036	14	147.117.097	38.740.530	30.103.073
2037	15	147.117.097	35.218.663	26.877.744
2038	16	149.846.374	32.610.937	24.443.190
2039	17	149.846.374	29.646.306	21.824.276
2040	18	149.846.374	26.951.187	19.485.961
2041	19	152.575.651	24.947.338	17.715.067
2042	20	152.575.651	22.679.398	15.817.024
2043	21	152.575.651	20.617.635	14.122.343
2044	22	155.304.928	19.078.585	12.834.789
2045	23	155.304.928	17.344.168	11.459.633
2046	24	155.304.928	15.767.426	10.231.815
2047	25	158.034.204	14.585.925	9.296.094
2048	26	158.034.204	13.259.931	8.300.084
2049	27	158.034.204	12.054.483	7.410.790
2050	28	160.763.481	11.147.878	6.731.049
2051	29	160.763.481	10.134.435	6.009.865
2052	30	160.763.481	9.213.123	5.365.951
Total		4.454.452.065	1.346.034.652	1.143.817.683

4.3.4 Cash Flow

Setelah didapatkan biaya pendapatan dan pengeluaran umur ekonomis PLTMH

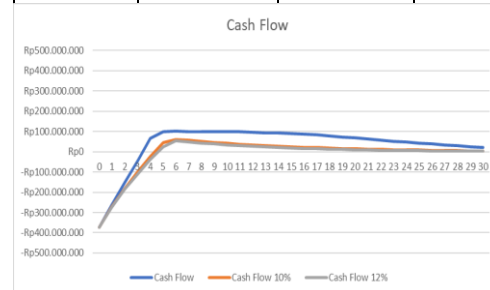
selama 30 tahun, maka akan dilanjutkan dengan melakukan perhitungan untuk mengetahui *cash flow*. *Cash flow* dapat di hitung sebagai berikut

$$Cash\ Flow = \text{Proyeksi Pendapatan} - \text{Biaya Pengeluaran}$$

Perhitungan *Cash Flow* dapat di lihat pada Tabel 8 berikut :

Tabel 8 Cash Flow

Cash Flow				
Tahun	Tahun Ke-	No Discount (Rp)	Discount Rate 10% (Rp)	Discount Rate 12% (Rp)
2022	0	-372.593.629	-372.593.629	-372.593.629
2023	1	-261.830.510	-271.899.885	-273.697.987
2024	2	-151.999.435	-181.130.401	-186.141.326
2025	3	-43.147.005	-99.347.960	-108.662.317
2026	4	67.271.203	-23.930.838	-38.489.550
2027	5	109.339.251	43.960.235	23.552.478
2028	6	108.206.347	61.079.662	54.820.703
2029	7	109.610.153	56.247.340	49.582.067
2030	8	108.361.126	50.551.265	43.765.241
2031	9	107.049.647	45.399.500	38.603.176
2032	10	108.265.951	41.741.211	34.858.739
2033	11	106.820.046	37.439.774	30.708.211
2034	12	105.301.845	33.552.413	27.028.361
2035	13	106.301.091	30.791.640	24.361.466
2036	14	104.627.275	27.551.631	21.408.813
2037	15	102.869.768	24.626.204	18.793.922
2038	16	103.617.742	22.550.240	16.902.298
2039	17	101.680.090	20.116.864	14.809.130
2040	18	99.645.556	17.922.129	12.957.867
2041	19	100.102.652	16.367.584	11.622.596
2042	20	97.859.578	14.546.203	10.144.786
2043	21	95.504.350	12.905.557	8.839.846
2044	22	95.624.718	11.747.112	7.902.667
2045	23	93.028.080	10.389.205	6.864.352
2046	24	90.301.609	9.167.925	5.949.260
2047	25	90.032.172	8.309.609	5.295.990
2048	26	87.026.239	7.301.976	4.570.688
2049	27	83.870.008	6.397.410	3.932.965
2050	28	83.149.323	5.765.853	3.481.401
2051	29	79.669.580	5.022.323	2.978.310
2052	30	76.015.849	4.356.358	2.537.251
Total		3.583.161.341	636.835.733	232.953.177



Gambar 6. Grafik Cash Flow

Pada Gambar 6 dapat diketahui bahwa cash flow semakin lama semakin menurun selama 30 tahun diakibatkan adanya inflasi. Dapat di lihat pada gambar

didapatkan titik balik *cash flow* adalah Rp.0 yang di sebut dengan *break even point*.

4.3.5 Analisa Kelayakan Ekonomi PLTMH

Analisa kelayakan ekonomi dilakukan dengan mencari beberapa perhitungan sebagai berikut :

1. NPV (*Net Present Value*)
2. IRR (*Internal Rate Return*)
3. BCR (*Benefit Cost Ratio*)
4. BEP (*Break Even Point*)
5. PP (*Payback Period*)

Tabel 9. Hasil Perhitungan Analisa Kelayakan PLTMH

Hasil Perhitungan Analisa Kelayakan Pembangunan PLTMH		
Parameter	Discount Rate 10%	Discount Rate 12%
NPV	Rp 305.254.944,69	Rp 241.046.517,53
IRR	37,8%	46,0%
BCR	0,82	0,65
BEP	1284609	
PP	5,3	5,6

Pada Tabel 9 dapat di ketahui analisis kelayakan ekonomi selama umur ekonomis (30 tahun) didapatkan bahwa dalam besarnya NPV pada tingkat diskonto 10% dan 12% yang diperoleh sebesar Rp 305.254.944,69 dan Rp 241.046.517,53. NPV bernilai positif sehingga proyek dikatakan layak dari parameter NPV. Besarnya IRR digunakan untuk mengetahui besarnya persentase pengembalian yang didapatkan dari Perencanaan pembangunan PLTMH ini, syarat IRR dikatakan layak harus melebihi *Expected Future Annual Return* Indonesia sebesar 11,4%. IRR yang di dapatkan pada tabel 4.26 dengan diskonto 10% dan 12% adalah 37,8% dan 46,0% maka dapat di katakan layak. BCR yang di dapatkan pada diskonto 10% dan 12% adalah 0,82 dan 0,65. Parameter BEP unit yang di dapatkan adalah sebesar 1.284.609 kWh, sehingga akan terjadi balik modal dengan penjualan energi 1.284.609 kWh. Parameter *payback period* merupakan parameter untuk menentukan jangka waktu balik modal dari suatu proyek. Untuk perencanaan pembangunan PLTMH ini PP yang di dapatkan dengan diskonto 10% dan 12% adalah 5,3 dan 5,6.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan maka dapat disimpulkan :

1. Biaya investasi Pembangunan PLTMH yang berlokasi di Sungai Yeh Dikis, Banjar Lebah Tabanan Bali adalah Rp 372.593.629. Setelah dilakukan perhitungan biaya LCC yang mencakup biaya *Operational and Maintenance*, biaya penyusutan, biaya bahan bakar, proyeksi pendapatan, dan *cash flow* maka didapatkan parameter untuk analisa kelayakan pembangunan PLTMH. Dengan *discount rate* sebesar 10% dan 12% nilai NVP Rp 305.254.944,69 dan Rp 241.046.517,53. IRR sebesar 37,8% dan 46,0% , BCR sebesar 0,82 dan 0,65, BEP per unit yang di dapatkan yaitu dengan penjualan energi sebesar 1.284.609 kWh dan PP adalah 5,3 dan 5,6.
2. Dengan melihat perhitungan kelayakan PLTMH yang telah dilakukan maka Pembangunan PLTMH di Sungai Yeh Dikis, Banjar Lebah Tabanan Bali dapat dikatakan layak dengan balik modal selama paling cepat adalah 5 tahun 3 bulan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Myson, M., dan Aritonang, A. 2020. Generator DC 12 VOLT dengan Kapasitas 270 Watt untuk PLTMH Dijalan Bintara Sungai Duren Kecamatan Jambi Luar Kota Kabupaten Muara Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 2(1), 16-20.
- [2] K. D. S. Widiarta, I. W. A. Wijaya, I. M. Suartika. 2021. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Desa Aan Kabupaten Klungkung Provinsi Bali. *Jurnal SPEKTRUM* Vol 8, No. 3 September 2021.
- [3] R. A. Suatan, I. A. D. Giriantari, I. W. Sukerayasa. 2020. Kajian Ekonomi Rencana di Desa Panji. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro* Vol. 19, No. 2, Juli-Desember 2020.

- [4] Anonim. 2021. Panduan Analisis Kelayakan Ekonomi PDPPPI –DJPPR–Kementerian Keuangan.
- [5] Gunawan, A., Oktafeni, A., & Khabzli, W. (2013). Pemantauan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). *Jurnal rekayasa elektrika*, 10(4), 201-206.
- [6] IMIDAP. 2009. Buku 2 B : Pedoman Studi Kelayakan Sipil. Kementerian ESDM, Jakarta.
- [7] Defusco, Richard A. 2007. Quantitive Investment Analysis. John Wiley and Son Inc: Hoboken, New Jersey
- [8] Gittinger, J. P. 1986. Analisis Ekonomi Proyek-Proyek Pertanian (Terjemahan). Edisi Kedua. Jakarta : UI-Press
- [9] Choliq, A. 2004. Pengertian payback period. diakses dari <http://nanangbudianas.blogspot.com/2013/02/pengertianpaybackperiods.html> pada tanggal, 16
- [10] Barringer dan Weber. 1996. Life Cycle Cost Tutorial. Fifth International Conference onProcess Plant Reliability.
- [11] Choiriyah, V. U., AR, M. D., dan Hidayat, R. R. 2016. Analisis Break Even Point sebagai Alat Perencanaan Penjualan pada Tingkat Laba yang Diharapkan (Studi Kasus pada Perhutani Plywood Industri Kediri Tahun 20132014). *Jurnal administrasi bisnis*, 35(1).
- [12] PERMEN ESDM No. 4 Tahun 2012 Pasal 2 Ayat 1 butir b. Tentang Harga Pembelian Tenaga Listrik Jika Terinterkoneksi Pada Tegangan Rendah.