

Kajian Ekonomi Rencana PLTMH di Desa Panji

Richard Antony Suatan¹, Ida Ayu Dwi Giriantari², I Wayan Sukerayasa³

[Submission 29-11-2020; Accepted:30-12-2020]

Abstract— The micro hydro power plant (PLTMH) in Banjar Dinas Mekar Sari, was built independently by community groups in 1980. With the use of traditional technology, the efficiency of PLTMH is low, so it is necessary to re-plan for PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari so that it can operate optimally. One of the most important factors in planning is financial / economic factors. This factor will be used to assess a plan whether it is feasible to build or not. The parameters used in determining economic factors are Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit to Cost Ratio (BCR), Life Cycle Cost (LCC), and Break Even Point (BEP). Economic feasibility analysis has been carried out for planning PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari obtained, BCR of 1.05 and 0.79 and NPV values of IDR 3,320,076,318 and IDR 2,520,526,334 are positive, and the IRR values of 13% and 11% exceed the Expected Annual Rate of Return. Indonesia, which is 11.4%. As well as the amount of BEP units that must be sold to reach the cash flow point is Rp. 0 of 3,783,633.30 kWh, and the amount of the payback period for this project is 5 years 3 months. So it can be seen from the existing economic parameters. hence the design of PLTMH in Banjar Dinas Mekar Sari is feasible in terms of economic parameters.

Keywords--- PLTMH, MycroHydro, Renewable Energy, Economic Feasability.

Intisari— Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) di Banjar Dinas Mekar Sari, telah dibangun oleh kelompok masyarakat secara swadaya pada tahun 1980. Dengan penggunaan teknologi yang tradisional mengakibatkan efisiensi PLTMH rendah, sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang bagi PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari agar dapat beroperasi lebih optimal. Salah satu faktor yang sangat penting dalam perencanaan yaitu faktor finansial/ekonomi. Faktor ini akan digunakan untuk menilai suatu perencanaan apakah layak dibangun atau tidak. Parameter yang digunakan dalam menentukan faktor ekonomi yaitu Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit to Cost Ratio (BCR), Life Cycle Cost (LCC), dan Break Even Point (BEP). Telah dilakukan analisis kelayakan ekonomi untuk perencanaan PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari diperoleh, BCR sebesar 1,05 dan 0,79 serta nilai NPV sebesar Rp3.320.076.318 dan Rp2.520.526.334 bernilai positif, dan besarnya nilai IRR 13% dan 11% melebihi tingkat Expected Annual Rate of Return Indonesia yang sebesar 11,4%. Serta besarnya BEP unit yang harus dijual untuk mencapai titik cash flow bernilai Rp.0 sebesar 3.783.633.30 kWh, dan besarnya payback period pada proyek ini yaitu 5 tahun 3 bulan. Jadi dilihat dari parameter ekonomi yang ada maka perancangan PLTMH di Banjar Dinas Mekar Sari layak dari segi parameter

ekonomi.

Kata Kunci— PLTMH, Mikrohidro, Energi Terbarukan, Kelayakan Ekonomi.

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah, salah satunya adalah aliran sungai yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik. Potensi energi mini-micro hydro di Indonesia adalah sebesar 19.385 MW dan 30 MW diantaranya terdapat di Bali, sedangkan pemanfaatannya hanya 197,4 MW, sekitar 1% dari potensi [1].

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) adalah salah satu pembangkit listrik yang dapat dikembangkan pada daerah aliran sungai. Pembangkit listrik tenaga air yang menghasilkan daya dibawah 200 kW digolongkan kedalam pembangkit listrik tenaga mikrohidro. 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 lebih mudah dilakukan, terutama dalam perencanaan pembangunan pada sungai yang terletak di daerah hutan dan desa terpencil.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dapat mengurangi penggunaan pembangkit tenaga thermal yang tidak ramah lingkungan. Salah satu potensi PLTMH berada di sungai Muara yang terletak di Banjar Dinas Mekar Sari, Desa Panji, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng. Sebelumnya sudah pernah di bangun PLTMH kincir di lokasi ini oleh sekelompok masyarakat secara swadaya dengan menggunakan material yang sangat sederhana dan tradisional, yaitu menggunakan kayu dan bambu sebagai penopangnya. Karena kemampuan teknis masyarakat yang kurang, mengakibatkan efisiensi sistem sangat rendah dan keadaannya sekarang terbengkalai.

Untuk itu dalam penelitian ini dirancang PLTMH di Banjar Dinas Mekar Sari, Desa Panji, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng. Fokus Penelitian ini ditinjau dari segi Ekonomi Proyek dengan metode *internal rate of return*, *benefit to cost ratio*, *net present value*, *cash flow*, *Life Cycle Cost*, dan *Break Even Point*, untuk mengetahui apakah proyek ini layak secara ekonomi atau tidak.

II. KOMPONEN KAJIAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK MIKROHIDRO

A. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Sumber energi baru terbarukan adalah sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global, karena energi yang didapatkan berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti sinar matahari, angin, air, biofuel, dan geothermal. Ini menegaskan bahwa sumber energi telah tersedia, tidak merugikan lingkungan, dan

¹Mahasiswa, Universitas Udayana, Perumahan Padang Galeria 1 no. 4 Denpasar, 80117; (telp: 081338931121; e-mail: suatanrichard@gmail.com)

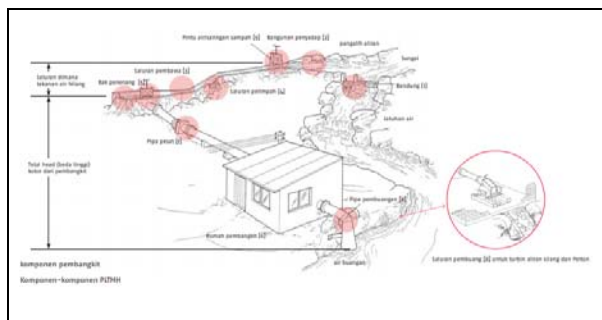
^{2,3} Dosen, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Jalan Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (telp: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: ²dayu.giriantari@unud.ac.id, ³sukerayasa@unud.ac.id)



menjadi alasan utama mengapa Energi Baru Terbarukan (EBT) sangat terkait dengan masalah lingkungan dan ekologi [2].

Salah satu pembangkit listrik EBT adalah pembangkit listrik tenaga mikrohidro, yaitu pembangkit listrik tenaga air skala kecil dengan kapasitas antara 5kW - 1MW per unit [3].

Energi potensial air dapat diubah menjadi energi listrik melalui beberapa komponen PLTMH. Untuk mengalihkan aliran air, diperlukan sebuah bendung (*weir*) sebagai penghalang, kemudian disalurkan menuju bangunan penyadap (*intake*) dan diarahkan oleh saluran pembawa (*channel*) yang berada di sepanjang sisi bukit. Kemudian terdapat saluran pelimpah (*spillways*) yang berfungsi untuk melindungi dari kerusakan akibat aliran air berlebih. Aliran air yang telah diperlambat selanjutnya ditampung pada bak penenang, yang kemudian air menuju ke pipa pesat (*penstock*) untuk mengalirkan air menuju turbin yang akan memutar generator pada *power house*. Setelah melalui *power house* air kemudian di buang melalui pipa pembuangan [4].

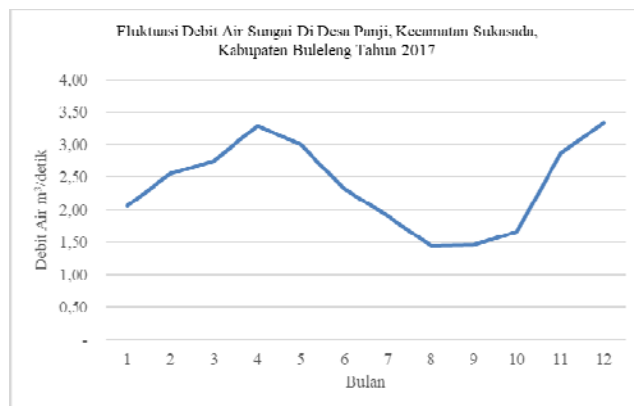


Gambar 1. Skema dan Komponen PLTMH

Energi air dimanfaatkan dan diubah menjadi energi listrik dengan pembangkit listrik tenaga air tanpa meninggalkan emisi gas rumah kaca seperti yang dihasilkan oleh pembangkit listrik yang menggunakan energi fosil [5].

Parameter yang digunakan dalam energi air yaitu debit air. Debit air merupakan laju air yang mengalir pada suatu bidang. Laju air dipengaruhi oleh besarnya hambatan yang diterima air, diantaranya belokan pada aliran air.

Besarnya debit air sungai di desa Panji sebagai berikut [6].



Gambar 2. Fluktuasi Debit Air Sungai di Desa Panji

Dari gambar di atas dapat dilihat fluktuasi debit air dalam satu tahun. Dan dari fluktuasi rata-rata per bulan di atas, dapat

dicari rata-rata besarnya debit air selama satu tahun yaitu 2,39m³/detik.

Selain debit air, tinggi jatuh air (*head*) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi energi air dalam menghasilkan energi listrik. Tinggi jatuh air dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor belokan yang ada dan juga gesekan yang terjadi antara air dengan permukaan bidang pengalir air. Tinggi jatuh air sungai yang optimal di Banjar Dinas Mekar Sari setelah di kurangi besarnya rugi rugi penstock yaitu 16 m [7].

B. Kelayakan Ekonomi/Finansial

Kelayakan ekonomi finansial merupakan salah satu faktor penentu dalam keberlanjutan suatu proyek. Dan kegunaan parameter kelayakan secara ekonomi / finansial yaitu untuk memperhitungkan besarnya keuntungan atau kerugian yang akan di terima pada suatu proyek [8].

Parameter pengukuran kelayakan ekonomi yang digunakan diantaranya.

1. Life Cycle Cost

Life cycle cost merupakan suatu konsep pemodelan perhitungan biaya dari tahap permulaan sampai tahap pembongkaran aset serta perhitungan total biaya sepanjang umur ekonomis aset [9].

Biaya yang termasuk dalam perhitungan LCC yaitu *initial cost*, *energy cost*, *operational and maintenance cost*, dan *disposal cost*.

Rumus perhitungan LCC sebagai berikut.

$$LCC = C + Ce + Com + Cd \quad (1)$$

Keterangan :

LCC = *Life Cycle Cost*

C = *Initial Cost*

Ce = Biaya Energi (bahan bakar)

Com = Biaya operasional dan *maintenance*

Cd = Biaya pembuangan aset (*disposal*)

2. Break Even Point

Break even point merupakan suatu keadaan modal yang dikeluarkan sama dengan besarnya pendapatan, sehingga *break even point* dapat dikatakan sebagai titik balik modal suatu proyek [10].

BEP menggunakan satuan unit, sehingga yang dihitung dari parameter BEP adalah banyaknya unit yang harus dijual untuk mencapai titik balik ekonomis proyek/aset.

Rumus BEP yaitu.

$$BEP \text{ unit} = \frac{\text{Initial Cost}}{(\text{harga per unit} - \text{Biaya per unit})} \quad (2)$$

Keterangan :

BEP unit = *Break Even Point unit*

Initial Cost = *Biaya Investasi*

Harga per unit = *Tarif listrik per kWh*

Biaya variable per unit = biaya sepanjang umur ekonomis PLTMH

3. Benefit Cost Ratio (BCR)

Merupakan perbandingan antara keuntungan yang diperoleh dari investasi suatu proyek. Faktor penentu BCR yaitu bila $BCR > 1$, maka proyek dikatakan layak, karena keuntungan melebihi modal investasi

$$BCR = \frac{NPV}{\text{Initial cost}} \quad (3)$$

Keterangan :

BCR = Benefit Cost Ratio

NPV = Net Present Value

Investment Cost = Besarnya Biaya Investasi

4. *Net Present Value* (NPV)

NPV merupakan jumlah dari keseluruhan *benefit* setelah diubah ke nilai saat ini (PV) dari nilai FV. Maka parameter NPV harus memiliki nilai positif atau lebih dari 0 untuk suatu proyek dapat dikatakan layak.

$$NPV = \sum_{n=0}^x \frac{CF_n}{(1+i)^n} \quad (4)$$

Keterangan :

NPV = Net Present Value

CF = arus kas

i = Interest rate (tingkat suku bunga)

n = jangka waktu proyek

5. *Internal Rate of Return* (IRR)

IRR merupakan perhitungan parameter untuk mencari besarnya potensi balik modal dari suatu investasi. IRR di representasikan dalam persentase (%).

$$IRR = i1 + \frac{NPV(+)}{(NPV(+)-NPV(-))} * (i2 - i1) \quad (5)$$

Keterangan :

IRR = Internal Rate of Return.

NPV = Net Present Value.

i1 = tingkat suku bunga yang memberikan nilai NPV positif.

i2 = tingkat suku bunga yang memberikan nilai NPV negatif.

Untuk menentukan kelayakan parameter IRR, diperlukan besarnya *Required Rate of Return* (RRR). Dimana besarnya RRR ditentukan oleh besarnya *Expected Annual Rate of Return* Indonesia yang sebesar 11,4% [11].

6. *Arus Kas* (Cash Flow)

Arus kas merupakan suatu parameter untuk mencatat pendapatan dan pengeluaran dalam suatu investasi dalam periode waktu umur ekonomis suatu proyek atau aset.

7. *Payback period* (PP)

PP merupakan suatu parameter pengukuran jangka waktu yang diperlukan suatu aset untuk mencapai cash flow bernilai 0, pendapatan sudah mampu menutupi besarnya biaya investasi (*initial cost*). [12]

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

Keterangan :

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

III. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah langkah yang dilakukan dalam melakukan analisa ekonomi yaitu, pencarian spesifikasi dan komponen yang Richard Antony Suatan : Kajian Ekonomi Untuk Perencanaan...

diperlukan untuk perhitungan investasi yang diperlukan dalam perencanaan PLTMH. Pengumpulan data dilakukan dengan metode pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer berupa observasi di lokasi penelitian untuk melihat keadaan PLTMH terkini.



Gambar 3. Keadaan PLTMH Saat Ini

Untuk data sekunder yang dicari berupa spesifikasi dan komponen dari PLTMH, mulai dari pipa pesat (*penstock*), Turbin, dan kelistrikan. Selain itu, dicari juga besarnya pembangkitan PLTMH. Setelah diperoleh data primer dan sekunder kemudian dilanjutkan dengan analisis ekonomi dari perhitungan parameter *Life Cycle Cost*, *cash flow*, *Net Present Value*, *Internal Rate of Return*, *Payback period*, dan *Break Even Point*. Setelah diperoleh besarnya parameter untuk analisis ekonomi, kemudian ditentukan kelayakan dari perencanaan PLTMH.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan observasi, PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari sudah dibangun sejak tahun 1980 dengan investasi Rp.10.000.000. Dengan pembangkitan saat ini mengalami penurunan efisiensi dari yang awalnya mampu membangkitkan hingga 10kW, saat ini hanya mampu membangkitkan 200W saja dikarenakan kurangnya pemeliharaan pada PLTMH.

Untuk itu perlu dilakukan perencanaan ulang pada PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari. Perencanaan ulang PLTMH dengan menggunakan asumsi modal secara swadaya kelompok masyarakat yang berjumlah 22 KK. Untuk pemilihan komponen dengan mengambil data perhitungan yang telah ada [7], [13], [14]. Setelah dilakukan perhitungan, maka di peroleh spesifikasi *penstock*, turbin, dan kelistrikan hasil *redesign* PLTMH yang optimal dengan debit air dan *head* pada sungai yang ada di Banjar Dinas Mekar Sari sebagai berikut.

TABEL I
SPESIFIKASI PENSTOCK PLTMH BANJAR DINAS MEKAR SARI

No.	Uraian Perancangan	Hasil Perancangan
1	Bahan <i>Penstock</i>	<i>Mild Steel Galvanized</i>
2	Panjang <i>Penstock</i>	54 m
3	Diameter <i>Penstock</i>	0,8272 m
4	Tebal <i>Penstock</i>	0,0050 m
5	Jumlah belokan	2 belokan

p-ISSN:1693 – 2951; e-ISSN: 2503-2372



6	Sudut belokan pertama	10°
7	Sudut belokan kedua	60°
8	Jumlah katup	2 katup
9	Gate Valve	1 katup
10	Butterfly Valve	1 katup
11	Jumlah Anchor Block	3 buah
12	Jumlah Slide Block	11 buah

Sumber: [7]

TABEL II
SPESIFIKASI TURBIN PLTMH BANJAR DINAS MEKAR SARI

No.	Spesifikasi	Ukuran
1	Daya Turbin	185 kW
2	Putaran Turbin	298 rpm
3	Tinggi Jatuh Air	16 m
4	Debit Aliran	1,32 m ³ /detik
5	Torsi Turbin	5962,46 Nm
6	Diameter Luar Runner	54 cm
7	Jumlah Sudu	19 buah
8	Panjang Runner	50 cm

Sumber: [13]

Kelistrikan dari PLTMH dilakukan dengan memperhatikan perkembangan teknologi sehingga beberapa komponen yang digunakan dalam kelistrikan PLTMH dapat membantu mengoptimalkan kinerja PLTMH. Besarnya energi yang dapat dihasilkan dari generator dilihat dari potensi debit air yaitu 176 kVa, dengan asumsi cos phi sebesar 1, maka besarnya nilai daya aktif generator yaitu 176 kW. [14].

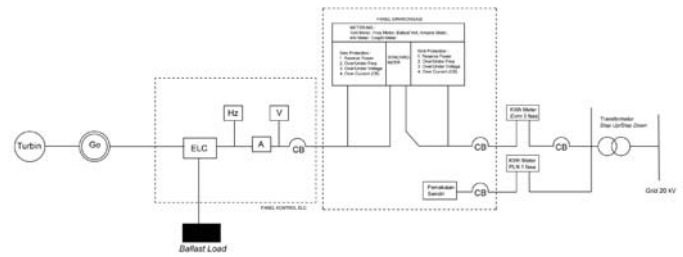
Dengan memperhatikan besarnya faktor kapasitas, maka besarnya energi yang diterima PLN dikalikan faktor kapasitas sebesar 65% [15], energi yang akan dijual ke PLN sebesar 114,4 kW. Sehingga dengan asumsi yang digunakan di atas, besarnya energi listrik yang dijual ke PLN dalam satu tahun sebesar.

Energi yang dijual ke PLN per tahun

$$= 114,4 \text{ kW} \times 8760 \text{ h}$$

$$= 1.002.144 \text{ kWh per tahun}$$

Saluran kelistrikan PLTMH menggunakan saluran udara dengan menggunakan kabel twisted jenis NFA2X-T 3 x 95 + 1 x 70 mm² sepanjang 69 meter. Line diagram dari perancangan kelistrikan PLTMH ini sendiri dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Line Diagram Sistem PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari

Setelah diperoleh komponen penyusun PLTMH maka selanjutnya dihitung besarnya biaya investasi untuk PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari seperti pada tabel berikut.

TABEL III
BIAYA INVESTASI PLTMH BANJAR DINAS MEKAR SARI

Biaya Investasi	
Jenis Pekerjaan	Biaya
Pekerjaan Sipil	Rp 1.444.675.000
Pekerjaan mekanikal dan elektrikal	Rp 1.441.092.270
total	Rp 2.885.767.270
ppn 10%	Rp 288.576.727
Grand Total	Rp 3.174.344.000

Sumber: [16]

Setelah didapatkan besarnya nilai investasi selanjutnya dilakukan perhitungan parameter yang mempengaruhi kelayakan ekonomi/finansial.

A. Life Cycle Cost

Life cycle cost merupakan besarnya biaya yang harus dikeluarkan 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 And Maintenance (O&M)

Besarnya biaya O&M yaitu sebesar 2% dari *initial cost* [9], sehingga didapatkan besarnya biaya O&M tahunan yaitu :

$$\text{Biaya O\&M} = \text{Initial Cost} \times 2\%$$

$$\text{Biaya O\&M} = \text{Rp}3.174.344.000 \times 2\%$$

$$\text{Biaya O\&M} = \text{Rp}63.486.880$$

Setelah didapatkan besarnya biaya operasional tahunan, maka dicari besarnya biaya O&M sepanjang umur ekonomis PLTMH. Besarnya biaya O&M dipengaruhi oleh *inflation rate* yang telah diasumsikan sebesar 6%. Dan kemudian dicari besarnya *present value* dari biaya O&M ini dengan tingkat *diskonto* sebesar 10% dan 12% [17].

Pada tabel IV diketahui bahwa besarnya biaya O&M selama 30 tahun sebesar Rp.1.064.752.479 dengan tingkat *diskonto* 10%, dan Rp.855.267.936 dengan tingkat *diskonto* 12%.

2. Biaya Penyusutan

Biaya penyusutan merupakan suatu parameter untuk mengalokasikan biaya. Penyusutan (*depreciation*) adalah suatu proses untuk mengalokasikan biaya aktiva berwujud ke beban dengan cara yang sistematis dan rasional sepanjang umur ekonomis yang diharapkan mendapat manfaat dari penggunaan aktiva tersebut. Faktor-faktor yang mempengaruhi biaya penyusutan adalah harga perolehan (*initial cost*), nilai residu, dan umur ekonomis penggunaan aset. Perhitungan besarnya biaya penyusutan sebagai berikut.

TABEL IV
BIAYA O&M PLTMH BANJAR DINAS MEKAR SARI

Biaya O&M				
Tahun	Tahun ke-	Biaya O&M Dengan Inflasi 6%/tahun	PV Biaya O&M dengan Discount Rate 10%	PV Biaya O&M dengan Discount Rate 12%
2020	0	Rp0	Rp0	Rp0
2021	1	Rp63.486.880	Rp57.715.345	Rp56.684.714
2022	2	Rp67.296.093	Rp55.616.606	Rp53.648.033
2023	3	Rp71.333.858	Rp53.594.184	Rp50.774.031
2024	4	Rp75.613.890	Rp51.645.304	Rp48.053.994
2025	5	Rp80.150.723	Rp49.767.293	Rp45.479.673
2026	6	Rp84.959.767	Rp47.957.573	Rp43.043.262
2027	7	Rp90.057.353	Rp46.213.662	Rp40.737.373
2028	8	Rp95.460.794	Rp44.533.165	Rp38.555.014
2029	9	Rp101.188.441	Rp42.913.777	Rp36.489.566
2030	10	Rp107.259.748	Rp41.353.276	Rp34.534.768
2031	11	Rp113.695.333	Rp39.849.521	Rp32.684.691
2032	12	Rp120.517.053	Rp38.400.447	Rp30.933.726
2033	13	Rp127.748.076	Rp37.004.067	Rp29.276.562
2034	14	Rp135.412.961	Rp35.658.465	Rp27.708.175
2035	15	Rp143.537.738	Rp34.361.793	Rp26.223.808
2036	16	Rp152.150.002	Rp33.112.274	Rp24.818.961
2037	17	Rp161.279.003	Rp31.908.191	Rp23.489.374
2038	18	Rp170.955.743	Rp30.747.893	Rp22.231.015
2039	19	Rp181.213.087	Rp29.629.788	Rp21.040.067
2040	20	Rp192.085.873	Rp28.552.341	Rp19.912.921
2041	21	Rp203.611.025	Rp27.514.074	Rp18.846.157
2042	22	Rp215.827.686	Rp26.513.562	Rp17.836.542
2043	23	Rp228.777.348	Rp25.549.433	Rp16.881.013
2044	24	Rp242.503.988	Rp24.620.362	Rp15.976.673
2045	25	Rp257.054.228	Rp23.725.077	Rp15.120.780
2046	26	Rp272.477.481	Rp22.862.346	Rp14.310.738
2047	27	Rp288.826.130	Rp22.030.988	Rp13.544.091
2048	28	Rp306.155.698	Rp21.229.862	Rp12.818.515
2049	29	Rp324.525.040	Rp20.457.867	Rp12.131.809
2050	30	Rp343.996.542	Rp19.713.944	Rp11.481.890
Total		Rp5.019.157.581	Rp1.064.752.479	Rp855.267.936

$$\text{biaya penyusutan} = \frac{\text{initial cost} - \text{nilai residu}}{\text{umur ekonomis}}$$

$$\text{biaya penyusutan} = \frac{Rp3.174.344.000 - 0}{30}$$

$$\text{biaya penyusutan} = Rp105.811.467$$

Nilai Residu pada perhitungan bernilai 0, karena diasumsikan pada akhir umur ekonomis, aset tidak dijual kembali dan tidak juga ditukarkan sehingga besarnya nilai residu ialah 0. Setelah di dapatkan besarnya biaya penyusutan (depresiasi) maka selanjutnya dicari proyeksi besarnya biaya penyusutan sepanjang umur ekonomis aset dengan besarnya inflasi 6% per

Richard Antony Suatan : Kajian Ekonomi Untuk Perencanaan...

tahun besarnya present value dengan tingkat *diskonto* 10% dan 12%.

Besarnya *present value* biaya penyusutan total yaitu Rp.1.774.587.465 dengan tingkat *diskonto* 10% dan Rp.1.425.446.560 dengan tingkat *diskonto* 12%.

TABEL V
BIAYA PENYUSUTAN PLTMH BANJAR DINAS MEKAR SARI

Biaya Penyusutan				
Tahun	Tahun ke-	Biaya Penyusutan dengan Inflasi 6%/tahun	PV Biaya Penyusutan dengan Discount Rate 10%	PV Biaya Penyusutan dengan Discount Rate 12%
2020	0	Rp0	Rp0	Rp0
2021	1	Rp105.811.467	Rp96.192.242	Rp94.474.524
2022	2	Rp112.160.155	Rp92.694.343	Rp89.413.389
2023	3	Rp118.889.764	Rp89.323.639	Rp84.623.386
2024	4	Rp126.023.150	Rp86.075.507	Rp80.089.990
2025	5	Rp133.584.539	Rp82.945.489	Rp75.799.455
2026	6	Rp141.599.611	Rp79.929.289	Rp71.738.770
2027	7	Rp150.095.588	Rp77.022.769	Rp67.895.621
2028	8	Rp159.101.323	Rp74.221.941	Rp64.258.356
2029	9	Rp168.647.402	Rp71.522.962	Rp60.815.944
2030	10	Rp178.766.247	Rp68.922.127	Rp57.557.947
2031	11	Rp189.492.221	Rp66.415.868	Rp54.474.486
2032	12	Rp200.861.755	Rp64.000.745	Rp51.556.210
2033	13	Rp212.913.460	Rp61.673.445	Rp48.794.270
2034	14	Rp225.688.268	Rp59.430.775	Rp46.180.291
2035	15	Rp239.229.564	Rp57.269.655	Rp43.706.347
2036	16	Rp253.583.337	Rp55.187.123	Rp41.364.935
2037	17	Rp268.798.338	Rp53.180.318	Rp39.148.957
2038	18	Rp284.926.238	Rp51.246.488	Rp37.051.691
2039	19	Rp302.021.812	Rp49.382.980	Rp35.066.779
2040	20	Rp320.143.121	Rp47.587.235	Rp33.188.202
2041	21	Rp339.351.708	Rp45.856.790	Rp31.410.262
2042	22	Rp359.712.811	Rp44.189.270	Rp29.727.570
2043	23	Rp381.295.579	Rp42.582.388	Rp28.135.021
2044	24	Rp404.173.314	Rp41.033.937	Rp26.627.788
2045	25	Rp428.423.713	Rp39.541.794	Rp25.201.299
2046	26	Rp454.129.136	Rp38.103.911	Rp23.851.230
2047	27	Rp481.376.884	Rp36.718.314	Rp22.573.485
2048	28	Rp510.259.497	Rp35.383.103	Rp21.364.191
2049	29	Rp540.875.067	Rp34.096.444	Rp20.219.681
2050	30	Rp573.327.571	Rp32.856.574	Rp19.136.484
Total		Rp8.365.262.635	Rp1.774.587.465	Rp1.425.446.560

3. Biaya Air Permukaan Bali

Besarnya biaya air permukaan di provinsi Bali untuk pembangkit listrik tenaga air sebesar Rp.50,- per kWh [18]. Besarnya energi listrik optimal yang dibangkitkan PLTMH sebesar 176 kW, besarnya energi listrik yang dibangkitkan dalam satu tahun sebesar 1.002.144 kWh. Maka besarnya biaya air permukaan yang harus dibayarkan pada pemerintah provinsi Bali setiap tahunnya dapat dilihat pada tabel VI.

Dengan besarnya daya listrik yang dihasilkan sebesar 1.002.144 kWh dengan asumsi konstan, maka didapatkan biaya air permukaan per tahunnya sebesar Rp.50.107.200, dengan besarnya present value Rp.472.356.289 untuk tingkat *diskonto* 10% dan Rp.403.622.714 dengan tingkat *diskonto* 12%.

p-ISSN:1693 – 2951; e-ISSN: 2503-2372



Setelah dilakukan perhitungan besarnya biaya variabel yang dikeluarkan sepanjang umur ekonomis PLTMH, maka diperoleh besarnya biaya yang dikeluarkan sepanjang umur ekonomis PLTMH yang merupakan parameter *Life Cycle Cost* dari PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari.

TABEL VI
BIAYA AIR PERMUKAAN PLTMH BANJAR DINAS MEKAR SARI

Biaya Air Permukaan			
Tahun	Jumlah	Present Value harga air dengan discount rate 10%	Present Value harga air dengan discount rate 12%
2020	Rp0	Rp0	Rp0
2021	Rp50.107.200	Rp45.552.000	Rp44.738.571
2022	Rp50.107.200	Rp41.410.909	Rp39.945.153
2023	Rp50.107.200	Rp37.646.281	Rp35.665.315
2024	Rp50.107.200	Rp34.223.892	Rp31.844.031
2025	Rp50.107.200	Rp31.112.629	Rp28.432.171
2026	Rp50.107.200	Rp28.284.208	Rp25.385.867
2027	Rp50.107.200	Rp25.712.916	Rp22.665.953
2028	Rp50.107.200	Rp23.375.379	Rp20.237.458
2029	Rp50.107.200	Rp21.250.344	Rp18.069.159
2030	Rp50.107.200	Rp19.318.495	Rp16.133.177
2031	Rp50.107.200	Rp17.562.268	Rp14.404.623
2032	Rp50.107.200	Rp15.965.698	Rp12.861.270
2033	Rp50.107.200	Rp14.514.271	Rp11.483.277
2034	Rp50.107.200	Rp13.194.792	Rp10.252.926
2035	Rp50.107.200	Rp11.995.265	Rp9.154.398
2036	Rp50.107.200	Rp10.904.787	Rp8.173.570
2037	Rp50.107.200	Rp9.913.442	Rp7.297.830
2038	Rp50.107.200	Rp9.012.220	Rp6.515.920
2039	Rp50.107.200	Rp8.192.928	Rp5.817.785
2040	Rp50.107.200	Rp7.448.116	Rp5.194.451
2041	Rp50.107.200	Rp6.771.015	Rp4.637.903
2042	Rp50.107.200	Rp6.155.468	Rp4.140.985
2043	Rp50.107.200	Rp5.595.880	Rp3.697.308
2044	Rp50.107.200	Rp5.087.163	Rp3.301.168
2045	Rp50.107.200	Rp4.624.694	Rp2.947.471
2046	Rp50.107.200	Rp4.204.267	Rp2.631.671
2047	Rp50.107.200	Rp3.822.061	Rp2.349.706
2048	Rp50.107.200	Rp3.474.601	Rp2.097.952
2049	Rp50.107.200	Rp3.158.728	Rp1.873.171
2050	Rp50.107.200	Rp2.871.571	Rp1.672.474
Total	Rp1.503.216.000	Rp472.356.289	Rp403.622.714

TABEL VII
LCC PLTMH BANJAR DINAS MEKAR SARI

LCC				
No.	Parameter	Biaya Pengeluaran	PV Cost Discount Rate 10%	PV Cost Discount Rate 12%
1	Investasi	2.060.258.262	2.060.258.262	2.060.258.262
2	Biaya O&M	6.515.211.254	1.382.121.845	1.110.196.521
3	Biaya Penyusutan	5.429.342.712	1.151.768.204	925.163.767
4	Biaya Air	2.173.356.000	682.934.704	583.559.414
Total		16.178.168.228	5.277.083.015	4.679.177.964

Besarnya biaya pengeluaran sepanjang umur ekonomis PLTMH yaitu Rp.5.277.083.015 dengan tingkat *diskonto* 10% dan Rp.4.679.177.964 dengan tingkat *diskonto* 12%

B. Proyeksi Pendapatan

Untuk menghitung proyeksi pendapatan diperlukan besarnya harga jual listrik ke PLN. Menghitung besarnya maksimal penjualan listrik ke PLN dengan menentukan

besarnya BPP provinsi Bali yang dikalikan dengan faktor pengali 85%.[19] BPP provinsi Bali tahun 2019 sebesar Rp.1221 dengan dikalikan faktor 85% maka harga jual listrik ke PLN maksimal sebesar Rp.1037,85 maka proyeksi pendapatan dengan besarnya energi listrik yang dijual ke PLN sebesar 1.002.144 kWh yaitu.

TABEL VIII
PROYEKSI PENDAPATAN PLTMH BANJAR DINAS MEKAR SARI

Pendapatan			
Tahun	Jumlah	Present Value Pendapatan Dengan Discount Rate 10%	Present Value Pendapatan Dengan Discount Rate 12%
2020	Rp0,00	Rp0,00	Rp0
2021	Rp1.040.075.150,40	Rp945.522.864,00	Rp928.638.527
2022	Rp1.040.075.150,40	Rp859.566.240,00	Rp829.141.542
2023	Rp1.040.075.150,40	Rp781.423.854,55	Rp740.304.948
2024	Rp1.040.075.150,40	Rp710.385.322,31	Rp660.986.561
2025	Rp1.040.075.150,40	Rp645.804.838,47	Rp590.166.572
2026	Rp1.040.075.150,40	Rp587.095.307,70	Rp526.934.440
2027	Rp1.040.075.150,40	Rp533.723.007,00	Rp470.477.178
2028	Rp1.040.075.150,40	Rp485.202.733,63	Rp420.068.909
2029	Rp1.040.075.150,40	Rp441.093.394,21	Rp375.061.526
2030	Rp1.040.075.150,40	Rp400.993.994,74	Rp334.876.362
2031	Rp1.040.075.150,40	Rp364.539.995,22	Rp298.996.752
2032	Rp1.040.075.150,40	Rp331.399.995,65	Rp266.961.386
2033	Rp1.040.075.150,40	Rp301.272.723,32	Rp238.358.380
2034	Rp1.040.075.150,40	Rp273.884.293,93	Rp212.819.982
2035	Rp1.040.075.150,40	Rp248.985.721,75	Rp190.017.841
2036	Rp1.040.075.150,40	Rp226.350.656,14	Rp169.658.787
2037	Rp1.040.075.150,40	Rp205.773.323,76	Rp151.481.060
2038	Rp1.040.075.150,40	Rp187.066.657,97	Rp135.250.946
2039	Rp1.040.075.150,40	Rp170.060.598,15	Rp120.759.773
2040	Rp1.040.075.150,40	Rp154.600.543,77	Rp107.821.226
2041	Rp1.040.075.150,40	Rp140.545.948,88	Rp96.268.952
2042	Rp1.040.075.150,40	Rp127.769.044,44	Rp85.954.421
2043	Rp1.040.075.150,40	Rp116.153.676,76	Rp76.745.019
2044	Rp1.040.075.150,40	Rp105.594.251,60	Rp68.522.339
2045	Rp1.040.075.150,40	Rp95.994.774,19	Rp61.180.659
2046	Rp1.040.075.150,40	Rp87.267.976,53	Rp54.625.589
2047	Rp1.040.075.150,40	Rp79.334.524,12	Rp48.772.847
2048	Rp1.040.075.150,40	Rp72.122.294,65	Rp43.547.185
2049	Rp1.040.075.150,40	Rp65.565.722,41	Rp38.881.415
2050	Rp1.040.075.150,40	Rp59.605.202,19	Rp34.715.549

C. Cash Flow

Setelah diperoleh besarnya proyeksi pendapatan sepanjang umur ekonomis PLTMH yaitu 30 tahun. Maka selanjutnya dilakukan analisis parameter *cash flow* dengan menggunakan data LCC dan proyeksi pendapatan sebagai berikut.

Dilihat pada tabel diatas dari analisis *cash flow*, keuntungan baru diperoleh setelah melalui tahun ke-3 sebelum *discount* dan tahun ke-5 setelah *discount* dari umur ekonomis PLTMH.

D. Analisis Parameter Ekonomi

Analisis ekonomi PLTMH dengan memperhatikan parameter ekonomi finansial diantaranya BCR, NPV, IRR, PP, dan BEP. Perhitungan parameter ekonomi dilakukan dengan persamaan (2), (3), (4), (5), dan (6).

TABEL IX
CASH FLOW PLTMH BANJAR DINAS MEKAR SARI

Cash Flow			
	No Discount	Discount Rate 10%	Discount Rate 12%
Tahun	Cash Flow	Cash Flow	Cash Flow
2020	-Rp3.174.344.000	-Rp3.174.344.000	-Rp3.174.344.000
2021	-Rp2.353.674.396	-Rp2.428.280.724	-Rp2.441.603.282
2022	-Rp1.543.162.693	-Rp1.758.436.341	-Rp1.795.468.315
2023	-Rp743.418.365	-Rp1.157.576.591	-Rp1.226.226.099
2024	Rp44.912.545	-Rp619.135.971	-Rp725.227.554
2025	Rp776.232.688	-Rp137.156.543	-Rp284.772.280
2026	Rp763.408.573	Rp293.767.694	Rp101.994.261
2027	Rp749.815.010	Rp384.773.660	Rp339.178.231
2028	Rp735.405.834	Rp343.072.249	Rp297.018.082
2029	Rp720.132.107	Rp305.406.311	Rp259.686.857
2030	Rp703.941.956	Rp271.400.097	Rp226.650.470
2031	Rp686.780.396	Rp240.712.339	Rp197.432.953
2032	Rp668.589.143	Rp213.033.105	Rp171.610.180
2033	Rp649.306.415	Rp188.080.940	Rp148.804.272
2034	Rp628.866.722	Rp165.600.263	Rp128.678.591
2035	Rp607.200.649	Rp145.359.008	Rp110.933.288
2036	Rp584.234.611	Rp127.146.473	Rp95.301.321
2037	Rp559.890.610	Rp110.771.372	Rp81.544.899
2038	Rp534.085.970	Rp96.060.056	Rp69.452.321
2039	Rp506.733.051	Rp82.854.903	Rp58.835.141
2040	Rp477.738.957	Rp71.012.852	Rp49.525.652
2041	Rp447.005.217	Rp60.404.070	Rp41.374.629
2042	Rp414.427.453	Rp50.910.744	Rp34.249.325
2043	Rp379.895.024	Rp42.425.976	Rp28.031.677
2044	Rp343.290.648	Rp34.852.788	Rp22.616.710
2045	Rp304.490.010	Rp28.103.209	Rp17.911.109
2046	Rp263.361.333	Rp22.097.452	Rp13.831.950
2047	Rp219.764.936	Rp16.763.160	Rp10.305.565
2048	Rp173.552.756	Rp12.034.729	Rp7.266.527
2049	Rp124.567.844	Rp7.852.683	Rp4.656.754
2050	Rp72.643.838	Rp4.163.113	Rp2.424.700
Total	Rp13.140.274.295	Rp3.318.659.249	Rp2.519.315.466

Hasil analisis ditampilkan dalam tabel berikut.

TABEL X
ANALISIS EKONOMI PLTMH BANJAR DINAS MEKAR SARI

Hasil Analisa Ekonomi		
	DR 10%	DR 12%
Parameter		
BCR	1,05	0,79
NPV	Rp3.318.659.249	Rp2.519.315.466
IRR	13%	11%
BEP	3784309,90	
LCC	Rp6.486.040.233	Rp5.858.681.211
PP	5,3	5,3

Dilihat dari tabel di atas diperoleh besarnya nilai parameter ekonomi. Nilai parameter ekonomi menjadi tolak ukur kelayakan PLTMH.

Besarnya NPV yang diperoleh sebesar Rp.3.318.659.249 di tingkat *diskonto* 10% dan Rp.2.519.315.466 di tingkat *diskonto* 12%. Besarnya nilai NPV dengan tingkat *diskonto*

10% dan 12 % bernilai positif maka proyek dikatakan layak dari parameter NPV.

Besarnya IRR yaitu 13% di tingkat *diskonto* 10% dan 11% di tingkat *diskonto* 12%. Besarnya IRR digunakan untuk mengetahui besarnya persentase pengembalian yang

TABEL XI
Pembagian SHU PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari

Bagi Hasil Kelompok Masyarakat		
Tahun	Keuntungan PLTMH DR 10%	Keuntungan PLTMH DR 12%
	Pembagian SHU (22 Anggota)	Pembagian SHU (22 Anggota)
2020	-	-
2021	-	-
2022	-	-
2023	-	-
2024	-	-
2025	-	-
2026	Rp13.353.077	Rp4.636.103
2027	Rp17.489.712	Rp15.417.192
2028	Rp15.594.193	Rp13.500.822
2029	Rp13.882.105	Rp11.803.948
2030	Rp12.336.368	Rp10.302.294
2031	Rp10.941.470	Rp8.974.225
2032	Rp9.683.323	Rp7.800.463
2033	Rp8.549.134	Rp6.763.831
2034	Rp7.527.285	Rp5.849.027
2035	Rp6.607.228	Rp5.042.422
2036	Rp5.779.385	Rp4.331.878
2037	Rp5.035.062	Rp3.706.586
2038	Rp4.366.366	Rp3.156.924
2039	Rp3.766.132	Rp2.674.325
2040	Rp3.227.857	Rp2.251.166
2041	Rp2.745.640	Rp1.880.665
2042	Rp2.314.125	Rp1.556.788
2043	Rp1.928.453	Rp1.274.167
2044	Rp1.584.218	Rp1.028.032
2045	Rp1.277.419	Rp814.141
2046	Rp1.004.430	Rp628.725
2047	Rp761.962	Rp468.435
2048	Rp547.033	Rp330.297
2049	Rp356.940	Rp211.671
2050	Rp189.232	Rp110.214

didapatkan dari proyek PLTMH ini. Dan syarat IRR dikatakan layak harus melebihi *Expected Future Annual Return* Indonesia sebesar 11,4%. Karena nilai IRR sudah melebihi 11,4% maka dari parameter IRR proyek PLTMH dikatakan layak.

Benefit to Cost Ratio (BCR) merupakan perbandingan keuntungan yang didapat dengan besarnya initial cost. Besarnya nilai BCR yaitu 1,05 di tingkat *diskonto* 10% dan - 0,79 di tingkat *diskonto* 12%. Besarnya BCR mendekati angka 1, maka parameter BCR layak.

Parameter BEP merupakan keadaan saat arus kas berada pada titik Rp.0 dimana keuntungan sudah melebihi atau sama dengan besarnya initial cost. BEP unit menghitung banyaknya penjualan unit yang diperlukan untuk memenuhi parameter BEP. Dalam analisa didapatkan besarnya BEP unit yaitu 3.784.309,9 kWh. Jadi besarnya energi yang harus dijual untuk mencapai BEP yaitu 3.784.309,9 kWh.



Parameter *payback period* merupakan parameter untuk menentukan jangka waktu balik modal dari suatu proyek. Untuk perancangan PLTMH ini besarnya jangka waktu pengembalian modal yaitu 5 tahun 3 bulan. Karena pengembalian modal dari PLTMH ini tidak melebihi umur ekonomisnya, maka dari parameter *payback period* proyek PLTMH layak.

E. Model Pengelolaan

Sistem pengelolaan yang dianjurkan untuk mengelola PLTMH yaitu model koperasi produksi dengan modal bersama secara swadaya dari masyarakat yang berjumlah 22 KK dengan pembagian modal sama rata.

Dengan asumsi modal usaha berasal dari masyarakat, maka besarnya keuntungan yang diperoleh dari PLTMH dibagikan secara merata sejumlah anggota kelompok masyarakat yaitu 22 KK. Sehingga keuntungan bagi masyarakat di peroleh dengan cara pembagian sisa hasil usaha (SHU) yang dibagikan merata untuk masyarakat.

Dapat dilihat pada tabel di atas pada tahun pertama belum bisa dilakukan bagi hasil karena nilai keuntungan PLTMH belum ada, atau masih berada dalam keadaan rugi. Pembagian sisa hasil usaha baru bisa dilakukan pada tahun ke-6 saat tidak ada utang dari investasi.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis perencanaan PLTMH Banjar Dinas Mekar Sari yaitu besarnya biaya investasi untuk membangun PLTMH di Banjar Dinas Mekar Sari, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng, Bali sebesar Rp3.174.344.000 dan setelah dilakukan analisis dengan parameter ekonomi diperoleh besarnya parameter *BCR* 1,05 dan 0,79 serta nilai NPV sebesar Rp.3.320.076.318 dan Rp.2.520.526.334 bernilai positif saat tingkat *diskonto* 10% dan 12%, serta besarnya nilai *IRR* 13% dan 11% melebihi tingkat *Expected Annual Rate of Return* Indonesia yang sebesar 11,4%. Serta besarnya *BEP* unit yang harus dijual untuk mencapai titik *cash flow* bernilai Rp.0 sebesar 3.783.633,3 kWh, dan besarnya *payback period* pada proyek ini yaitu 5 tahun 3 bulan.

Dilihat dari parameter ekonomi yang ada, perencanaan PLTMH di Banjar Dinas Mekar Sari layak untuk dijalankan.

REFERENSI

- [1] Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 39 K/20/MEM/2019. Tentang Pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2019 Sampai Dengan Tahun 2028.
- [2] Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. 2016. Jurnal Energi Media Komunikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- [3] Balitbang ESDM. 2017. Ketenagalistrikan dan EBTIKE, Mikrohidro. Jakarta : Kementerian ESDM
- [4] Dutch-German Partnership Energising Development Mini Hydro Power Project. Panduan Singkat Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Jakarta : Kementerian ESDM
- [5] Coaction. 2019. <https://coaction.id/air-sebagai-sumber-energi-terbarukan/>. Jakarta : Collaborate Advocate Breaking Barriers.
- [6] Balai Wilayah Sungai Bali-Penida. Data Tukad Banyumala, Tukad Pasut. Bali : Kementerian PUPR.
- [7] Widiana, Nengah. 2020. Perancangan Penstok (Pipa Peesat) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Banjar Dinas Mekarsari, Desa Panji, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng. Bali : Universitas Udayana
- [8] IMIDAP. 2009. PEDOMAN STUDI KELAYAKAN EKONOMI / FINANSIAL. Jakarta : Kementerian ESDM.
- [9] Barringer & Weber. 1996. Life Cycle Cost Tutorial. Fifth International Conference on Process Plant Reliability.
- [10] Ulfathu, Vivin. 2016. Analisis Break Even Point Sebagai Alat Perencanaan Penjualan Pada Tingkat Laba Yang Diharapkan (Studi Kasus pada Perhutani Plywood Industri Kediri Tahun 2013-2014). Jurnal Administrasi Bisnis (JAB), Vol. 35 No. 1 hal. 196-206.
- [11] Focus, Guru. 2020. Buffett Indicator: Indonesia Stock Market Valuations and Expected Future Returns.
- [12] Abdul Choliq. (2004:59). "Pengertian *payback period*" diakses dari https://rumus.co.id/rumus-payback-period/#Cara_Menghitung_Payback_Period
- [13] Laksana, Ari. 2020. Redesain Turbin 175 kW Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro PLTMH Desa Mekar Sari Buleleng Bali. Bali : Univesrsitas Udayana
- [14] Aprilianto, Eka. 2020. Perencanaan Sistem Kelistrikan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Banjar Dinas Mekar Sari, Desa Panji Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng. Bali : Universitas Udayana.
- [15] PERMEN ESDM No. 4 th. 2020 Pasal 7 ayat 4 butir a. nomor 1. Tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 50 tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik.
- [16] Suatan, Richard. 2020. Kajian Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Banjar Dinas Mekar Sari Desa Panji Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng. Bali: Universitas Udayana.
- [17] IRENA. 2012. Renewable Energy Technologies: Cost Analysis Series. Irena Working Paper.
- [18] PERGUB BALI No. 6 Tahun 2009 Pasal 1 Ayat 2 butir b. Tentang Harga Dasar Air Pengenaan Pajak Pengambilan dan Pemanfaatan Air Bawah Tanah Dan Air Permukaan. Bali : PemProv. Bali.
- [19] PERMEN ESDM No. 12 th. 2017. Tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik.
- [20] Moonti, Usman. 2016. Bahan Ajar Mata Kuliah Dasar - Dasar Koperasi.
- [21] PERGUB BALI No. 45 th. 2019. Tentang Bali Energi Bersih. Bali : Pemerintahan Provinsi Bali.