

## Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Kapasitas Daya 50 KW

**Dian Fatahudin<sup>1</sup>, Itmi Hidayat Kurniawan<sup>2</sup>**

Program Studi S1 Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

### Informasi Makalah

Dikirim, 16 Agustus 2019  
Direvisi, 27 November 2019  
Diterima, 14 Januari 2020

### Kata Kunci:

PLTMH, Etap, Turbin  
*Crossflow*, *Solidworks*

### INTISARI

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) suatu pembangkit listrik berskala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerakannya, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya air (*head* satuan meter) dan jumlah debit airnya ( $\text{m}^3/\text{s}$ ). Prinsip PLTMH dari perubahan tenaga potensial air menjadi tenaga listrik dengan Tenaga potensial adalah tenaga air karena berada pada ketinggian, Tenaga kinetik adalah tenaga air karena mempunyai kecepatan, Tenaga mekanik adalah tenaga kecepatan air yang terus memutar *runner* atau sudu-sudu turbin. Tujuannya Perancang pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan tinggi jatuh air 5 meter menggunakan turbin *crossflow* dengan daya 50 kW, desain komponen-komponen mekanik menggunakan *software Solidworks*. Dan mensimulasikan kelistrikannya menggunakan *software etap* 12.6.0. Hasil perancangan mekanik generator yang digunakan kapasitas daya 55 kW mengacu pada data teknis dari IEC *frame size* tipe Y2 250M 2 dan perancang turbin *crossflow* dengan tinggi jatuh air 5 meter debit  $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$  dan efisiensi turbin 82% daya yang dihasilkan hanya 52,2 kW. Perancangan kelistrikan dari sisi *Main Distribution Panel* (MDP) yang digunakan proteksi MCB NSX160F 36kA 3P 160 A, dan *current transformer* skala 1:100, kabel pada transmisi yang digunakan a sudrado tipe AAAC/S 300  $\text{mm}^2$  sepanjang 1 km, sisi *Sub Distribution Panel* (SDP) proteksi yang digunakan MCCB tipe TM80D 115 A, kabel yang digunakan kabel sudrado tipe NFA2X AAC/S 2x16 sepanjang 10 m. Dan perancangan pempembangkit listrik mikro hidro (PLTMH) dengan daya 50 kW membutuhkan estimasi anggaran biaya produksi sebesar Rp 499,058,000. Perhitungan dan nilai BEP 2 tahun + 6bulan + 3 hari atau dapat mencapai titik impas sebelum umur ekonomis pembangkit 10 tahun.

### ABSTRACT

### Keyword:

MHPP, Etap, Crossflow  
Turbine, Solidworks

Micro Hydro Power Plant (PLTMH) a small-scale power plant that uses hydropower as its driving force, by utilizing the height of waterfall (*head unit meter*) and the amount of water discharge ( $\text{m}^3 / \text{s}$ ). The principle of PLTMH from the change of potential water power into electric power with potential power is hydropower because it is at an altitude, kinetic power is hydropower because it has speed, mechanical power is the speed of water that continues to turn the runner or blade of the turbine. The goal is to design a micro hydro power plant with a 5 meter high water fall using a crossflow turbine with a power of 50 kW, the design of mechanical components using Solidworks software. And simulate the electricity using etap 12.6.0 software. The results of the mechanical design of the generator used 55 kW power capacity refers to technical data from the IEC frame size type Y2 250M 2 and crossflow turbine design with 5 meters high water fall discharge  $1.3 \text{ m}^3 / \text{s}$  and turbine efficiency 82% of the power generated is only 52, 2 kW. Electrical design from the Main Distribution Panel (MDP) used by MCB NSX160F 3P 160 A protection, and 1: 100 scale current transformers, cables on the transmission used a sudrado type AAAC/S 300  $\text{mm}^2$  along 1 km, the Sub

---

Distribution Panel (1 km) SDP) protection used MCCB type TM80D 115 A, the cable used NFA2X AAC / S type 2x16 type sudrado cable along 10 m. And the design of a micro hydro power plant (PLTMH) with 50 kW power requires an estimated production cost budget of Rp. 499,058,000. Calculation and BEP value of 2 year + 6 month + 3 day or can break even before the economic life of the plant is 10 years

---

---

**Korespondensi Penulis:**

Dian fatahudin  
Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
JL. Raya Dukuhwaluh, Purwokerto, 53182  
Email: [fatahudindian@gmail.com](mailto:fatahudindian@gmail.com)

---

**1. PENDAHULUAN**

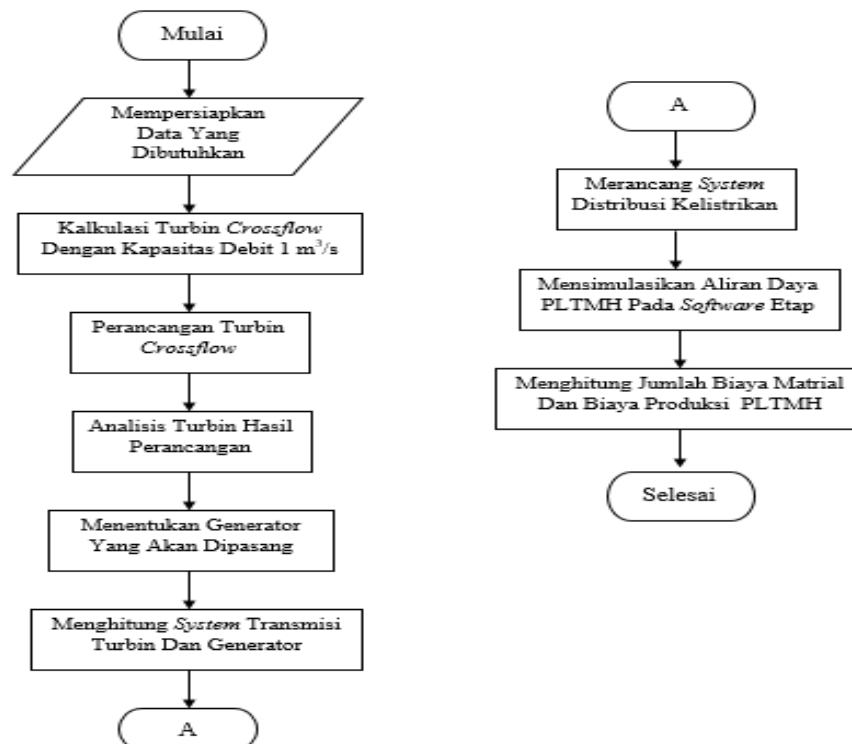
Pembangkit Listrik Tenaga Mikro hidro (PLTMH), biasa disebut mikro hidro, adalah suatu pembangkit listrik berskala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerakannya, misalnya saluran irigasi, sungai atau air terjun alam, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya (*head*, dalam meter) dan jumlah debit airnya m<sup>3</sup>/detik.

Bentuk pembangkit listrik tenaga mikro hidro bervariasi, tetapi prinsip kerjanya sama, yaitu perubahan tenaga potensial air menjadi tenaga elektrik (listrik). Perubahan yang terjadi tidak secara langsung, tetapi berturut-turut melalui tahapan sebagai berikut :

1. Tenaga potensial diubah menjadi tenaga kinetik
2. Tenaga kinetik diubah menjadi tenaga mekanik
3. Tenaga mekanik diubah menjadi tenaga listrik

**2. METODE PENELITIAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai alur dari penelitian perancangan pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan kapasitas daya 50 kW dan tinggi jatuh 5 meter dengan debit air yang sudah ditentukan yaitu 1,3 m<sup>3</sup>/s. Perancangan pembangkit listrik tenaga mikro hidro ini dimulai dengan mengumpulkan data-data spesifikasi tinggi jatuh dan debit air, kemudian menghitung prakiraan daya yang akan dihasilkan oleh turbin berdasarkan spesifikasi kedua parameter tersebut. Setelah mengetahui prakiraan daya yang dihasilkan dapat diketahui besarnya kecepatan putaran turbin saat beroperasi.



**Gambar 1.** Alur Penelitian Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pemilihan turbin crossflow pada penelitian ini didasarkan pada karakter pengoperasian yang luas dan bisa digunakan di hampir seluruh tipe head. Turbin crossflow juga merupakan satu-satunya turbin impuls yang dapat digunakan pada head rendah. Selain itu efisiensi dari turbin crossflow yang tinggi juga menjadi salah satu dasar dipilihnya turbin ini di dalam penelitian ini. Efisiensi turbin crossflow sendiri sangat dipengaruhi oleh desain dari komponen-komponen penyusunnya dimana komponen-komponen tersebut meliputi diameter dan panjang runner, jumlah dan jarak antar blade, lebar dari nosel, serta sudut dari inlet dan outlet dari turbin. Sehingga diperlukan komponen yang mampu memiliki tingkat efisiensi tinggi.

Berdasarkan dari batasan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa yang akan digunakan disini merupakan *head* optimis sebesar 5 meter. Debit air yang digunakan disini merupakan debit rata-rata air sungai yaitu sebesar  $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Table 1** Spesifikasi Komponen *System Mekanik*

<b>Komponen</b>	<b>Spesifikasi</b>
<i>Jenis Turbin</i>	<i>Cross Flow</i>
<i>Panjang Runner</i>	<i>1,22 m</i>
<i>Tinggi Jatuh</i>	<i>5 m</i>
<i>Debit Aliran</i>	<i>1,3 m<sup>3</sup>/s</i>
<i>Efisiensi</i>	<i>82 %</i>
<i>Kecepatan Turbin</i>	<i>262,61 rpm</i>
<i>Sudu</i>	<i>21 buah</i>
<i>Daya Turbin</i>	<i>52,2 kW</i>
<i>Material Turbin</i>	<i>Shaft Runner Mild Steel St 37</i>
	<i>Sudu Runner &amp; Piringan Mild Steel St 37</i>
	<i>Housing Mild Steel St 37</i>
<i>Bearing</i>	<i>SKF:22218 EK + H318</i>

Generator yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada data teknis dari IEC *frame size* generator dimana untuk daya sebesar 55 kW dengan 4 kutub harus menggunakan tipe Y2 250M 2 dengan spesifikasi sudah terlampir seperti pada tabel IEC *frame size*. Pemilihan generator ini dimaksudkan agar memudahkan perancangan PLTMH 50 kW sendiri karena dengan menggunakan generator yang tercantum pada IEC *frame size* maka akan memudahkan dalam proses *maintenance* atau penggantian *spare part*, lain halnya jika menggunakan generator dengan desain yang menyesuaikan dengan kecepatan turbin yang memiliki tingkat kompleksitas yang lebih tinggi dan cukup menyulitkan bagi pengguna nantinya dalam melakukan perawatan dan penggantian *spare part*.

Untuk spesifikasi dari generator dengan berbagai macam output dapat dilihat pada tabel 2.

**Gambar 2.** Generator Sinkron Tipe Y2 250M2 55 kW

**Tabel 2.** Spesifikasi Generator Sinkron Tipe Y2 250M2 55 kW

Nama	Spesifikasi
IEC Frame Size	Y2-250M-4
Merk	STC 3 Phase Synchronous Generator
Model	STC-30
Daya	55 kW
Tegangan	380 Volt
Fase	3 Fase terhubung Y
Kecepatan Putaran	1500 rpm
Frekuensi	50 Hz
Kutub	4
Horse Power	75 HP
Arus	102.9Amps
Efficiency	96%
Cos $\phi$	0,86
Exciter	Built In Brushless Exciter
Ballast Load	Heater 10 kW
Harga	Rp 11.305.000

Untuk mengetahui kabel yang akan digunakan dan menentukan yang sudah banyak dipasaran. Diketahui : Daya keluaran generator total 52,2 kW, tegangan pada generator 380 V. Untuk mengetahui pada ujung pembebanan  $V = \text{tegangan pada sisi pembebanan} = 380 \text{ V} - V_r = \text{besar drop voltage penyaluran} = 19,7 \text{ V} = 360,3 \text{ V}$  dan presentase rugi tegangan  $(19,7 \text{ V} : 380 \text{ V}) \times 10\% = 5\%$  artinya masih dalam standart PLN. Dengan jenis kabel sesuai SPLN 64: 1985 yang memiliki tipe AAAC ukuran  $300 \text{ mm}^2$ , dan untuk mengurangi terjadinya drop voltage pada system distribusi daya 52,2 kW digunakan kabel dengan merk Sutrado Kabel.

**Tabel 3.** Spesifikasi Merk Kabel Sudrado Tipe AAAC/S XLPE

Tipe AAAC/S								
Angka Ukuran	Ukuran Sebenarnya	Jumlah Dan Diameter Kawat	Diameter Keseluruhan	Berat Bersih	Daya Tarik	Resistansi	Kuat Hantar Arus (Kha)	Panjang
$\text{mm}^2$	$\text{mm}^2$	pcs/mm	Mm	kg/km	kg	Ohm/km	A	m
300	299,40	61/2,50	30,10	1,052	8,530	0.111	115-670	1,000

Dengan mengetahui arus beban penuh dari generator tersebut, pada MCCB disetting arus maksimum saat generator berbeban. dan arus ini biasa disebut arus starting beban yang nilainya bisa mencapai 1,5 kali dari arus nominal generator saat beban penuh. Sehingga MCCB dipilih yang memiliki rating 160 A, karena 1,5 kali dari 92 A adalah 138.4 A.

Maka MCCB yang digunakan dalam penelitian ini produksi dari Schneider tipe NSX160F 36kA 3P 87.5-125A TM125D LV430631. MyugasCCB ini merupakan MCCB umum sangat mudah ditemukan toko-toko elektronik maupun jual beli online, hal ini dimaksudkan agar memudahkan penggunaan untuk mengganti spare part jika mengalami kerusakan.

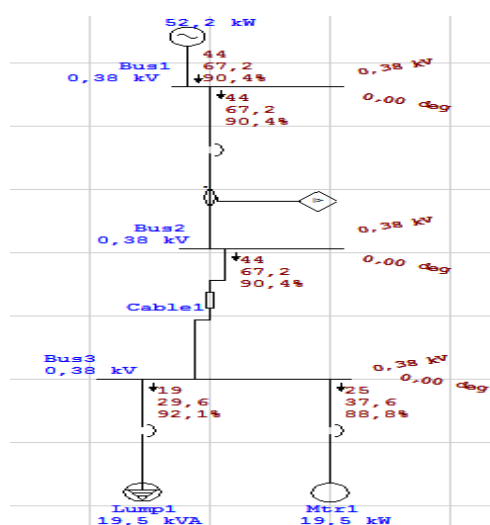
Untuk mengetahui kabel yang akan digunakan dan menentukan yang sudah banyak dipasaran. Diketahui : Daya keluaran beban lump dan motor 75% total 39,1 kW, tegangan pada generator 380 V, dan frekuensi keluaran generator 0.86. Dengan jenis kabel sesuai SPLN 64: 1985 yang memiliki tipe AAC ukuran  $12 \text{ mm}^2$ , dengan merk Sutrado Kabel.

**Tabel 4.** Spesifikasi merk kabel sudrado tipe NFA2X AAC/S

Tipe NFA2X AAC/S						
Ukuran Kabel	Ketebalan Isolasi	Berat Bersih	Resistan Si Konduktor 20 <sup>0</sup> c	Kuat Hantar Arus	Kuat Daya Tarik	Standar Panjang
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ohm/km	A	kg	m
2x16 rm	1,2	138	0,019	72	515	10

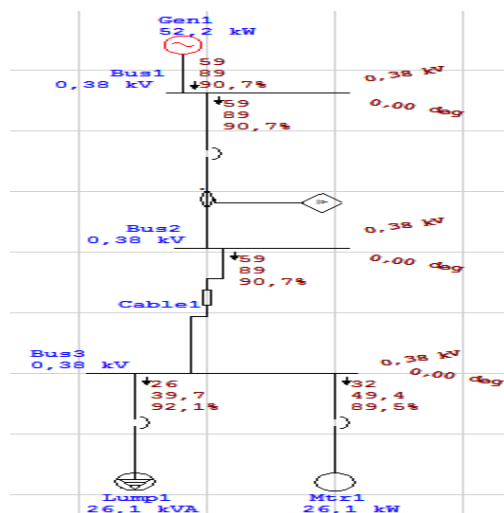
Sebagai Pengamanan dari beban sendiri menggunakan sebuah proteksi MCCB, dimana memiliki 2 fungsi yang berbeda-beda untuk mengamankan generator jika terjadi bebah lebih dari 75 %. MCCB pertama, digunakan untuk mengamankan generator dari arus lebih saat dibebani secara penuh secara terus-menerus. Dengan mengetahui rating daya generator sebesar 39,1 kW karena memperhitungkan *power factor* sebesar 0,86.

Pada Gambar 3 dengan kapasitas beban 75% dapat dilihat aliran daya yang di distribusikan oleh generator tegangan 380 v, daya 44 kW, arus 67,2 A, dan *power* faktor 90,4%. Terdistribusi 100% beban *motor* 19,5 kW tegangan 380 V, daya 25 kW, arus 37,6 A, *power* faktor 88,8%, beban *lump* 19,5 kVA tegangan 380 V, daya 16 kVA, arus 29,6 A, *power* faktor 85%. jadi simulasi etap sistem kelistrikan pltmh 50 kw sudah baik dalam sistem kelistrikannya.



**Gambar 3.** Simulasi Beban *Lump* Dan *Motor* 75%

Pada Gambar 4. dengan kapasitas beban 100% dapat dilihat generator bertanda merah aliran daya yang di distribusikan oleh generator sudah disetting *overload* generator tidak trip karena generator yang dipasang secara nyata sebesar 55 kW, sedangkan pada simulasi etap generator disetting dengan berdasarkan daya yang dihasilkan oleh turbin sebesar 52,2 kW. Karena kemampuan turbin berdasarkan efisiensi 82 % adalah 52,2 kW. Pada simulasi aliran daya daiatas tegangan 380 V, daya 59 kW, arus 89 A, dan *power* faktor 90,7%. tersampaikan 100% beban *motor* 26,1 kW tegangan 380 V, daya 32 kW, arus 49,4 A, *power* aktor 89,5 %, beban *lump* 26,1 kVA tegangan 380 V, daya 25 kVA, arus 39,7 A, *power* faktor 85%. jadi simulasi etap sistem kelistrikan pltmh 50 kw sudah baik dalam sistem kelistrikanya.



**Gambar 4.** Simulasi Generator Beban *Lump* Dan *Motor* 100%

Untuk perancangan pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH) dengan kapasitas daya 50 kW membutuhkan estimasi anggaran biaya produksi sebesar Rp 499,058,000.

**Table 5.** Estimasi Anggaran Biaya Produksi

No	Nama komponen	Spesifikasi dan tipe	Qty	Harga
<b>System mekanik</b>				
1.	Turbin crossflow	St 37 mild steel	1	Rp 350,000,000
2.	Generator	Y2-250M-4 55kW(AVR)	1	Rp 11,305,000
3.	Pulley	Ratio 1 : 6,5	2	Rp 400,000
4.	Panel Box (MDP)	Kotak 60x90x20	2	Rp 2,000,000
5.	<i>Belt</i>	Model Polymax Belt 3M	2	Rp 558,000
<b>System kelistrikan</b>				
6.	Proteksi	MCCB tipe NSX160F160A	1	Rp 1,247,000
		MCCB EZC100F30115 115A	2	Rp 1,558,000
7.	Alat Ukur	Voltmeter & Ammeter	2	Rp 1,000,000
8.	Kabel Transmisi	Sutrado 300 mm <sup>2</sup> AAAC/S	1 km	Rp 10,750,000
9.	Kabel Untuk Beban	Sutrado 12mm	10 m	Rp 240,000
10.	Tiang Beton	AAC/NFA2X	20	Rp 20,000,000
11.	Jasa	Tinggi 13 meter Orang/hari	20	RP 100,000,000
<b>Total biaya</b>				<b>Rp 499,058,000</b>

Biaya investasi perancangan pemembangkit listrik mikro hidro (PLTMH) dengan kapasitas daya 50 kW dengan estimasi anggaran biaya produksi sebesar Rp 499,058,000 meliputi Table 5.

Diasumsikan kapasitas daya PLTMH 50 kW yang dapat terserap ke beban sebesar 85% sehingga pendapatan dalam satu tahun adalah :

$$85\% \times 1,457 \times 52,2 \times 8760 = \text{Rp } 566,380,508.4 \text{ pertahun.}$$

Biaya pengeliran pertahun terdiri biaya oprasional perawatan dan gaji operator ditunjukkan pada Table 6.

**Table 6** Biaya Oprasional Perawatan Dan Gaji Operator

Uraian	Biaya Pertahun
Biaya Oprasional Perawan	Rp 12,000,000
Gaji Operator 24 jt x 6 karyawan	Rp 288,000,000
<b>Jumlah total</b>	<b>Rp 300,000,000 /tahun</b>

Estimasi umur ekonomis pembangkit listrik mikro hidro kapasitas daya 50 kW sekitar sampai 10 tahun. Maka nilai penyusutan dan residu pembangkitan adalah :

- Investasi awal = Rp 499,058,000  
PPN 10% = Rp 49,905,800  
Total + PPN 10% = Rp 548,963,800
- Residu 10%  
Investasi awal = Rp 548,963,800  
Nilai residu = 10% x Rp 548,963,800 = Rp 54,896,380
- Penyusutan  

$$\text{penyusutan} = \frac{\text{investasi awal} - \text{nilai residu}}{10}$$

$$\text{penyusutan} = \frac{\text{Rp } 548,963,800 - \text{Rp } 54,896,380}{10}$$

$$= \text{Rp } 49,406,742 \text{ /tahun}$$

Menurut Kasmir (2003:157) *Net Present Value* (NPV) atau nilai bersih sekarang merupakan perbandingan antara PV kas bersih dengan PV Investasi selama umur investasi.. Perhitungan diskon *factor* pada tingkat suku bunga pertahun 10% :

$$\text{Tahun ke-0} = \frac{1}{(1+i)^n} = \frac{1}{(1+0,10)^0} = 1$$

$$\text{Benefit} = (\text{penerimaan} + \text{penyusutan}) \times 1$$

$$= (0 \times 0) \times 1 = 0 \text{ (belum memperoleh profit)}$$

$$\text{Cost} = (\text{pengeluaran} + \text{penyusutan}) \times 1$$

$$= (\text{Rp } 30,000,000 + \text{Rp } 49,406,742) \times 1$$

$$= \text{Rp } 548,963,800.0$$

$$\text{Cash flow} = (\text{benefit} - \text{cost})$$

$$= -\text{Rp } 548,963,800.0$$

$$\text{Tahun ke-1} = \frac{1}{(1+i)^n} = \frac{1}{(1+0,10)^1} = 0,9091$$

$$\text{Benefit} = (\text{penerimaan} + \text{penyusutan}) \times 0,9091$$

$$= (\text{Rp } 566,380,508.4 + \text{Rp } 49,406,742) \times 0,9091$$

$$= \text{Rp } 615,715,250.4 \times 0,9091 = \text{Rp } 559,746,734.1$$

$$\text{Cost} = (\text{pengeluaran} + \text{penyusutan}) \times 0,9091$$

$$= (\text{Rp } 300,000,000 + \text{Rp } 49,406,742) \times 0,9091$$

$$= \text{Rp } 349,406,742 \times 0,9091 = \text{Rp } 317,645,669.2$$

$$\text{Cash flow} = \text{benefit} - \text{cost}$$

$$= \text{Rp } 559,746,734.1 - \text{Rp } 317,645,669.2 = \text{Rp } 242,101,064.9$$

Untuk melihat ke untungan 10 tahun kedepan rincian yang sudah dihitung menggunakan persamaan NPV pada table 7.



Tabel 7. Present Value

Tahun	Benefit	Cost	Cash Flow
0		Rp 548,963,800.0	-Rp 548,963,800.0
1	Rp 559,746,734.14	Rp 317,645,669.2	Rp 242,101,065.0
2	Rp 508,827,082.93	Rp 288,749,731.6	Rp 220,077,351.3
3	Rp 462,586,867.63	Rp 262,509,285.3	Rp 200,077,582.4
4	Rp 420,541,800.70	Rp 238,649,506.2	Rp 181,892,294.5
5	Rp 382,310,727.91	Rp 216,954,096.5	Rp 165,356,631.4
6	Rp 347,555,207.19	Rp 197,230,996.8	Rp 150,324,210.3
7	Rp 315,959,279.26	Rp 179,300,906.2	Rp 136,658,373.0
8	Rp 287,235,708.42	Rp 163,000,823.8	Rp 124,234,884.6
9	Rp 261,123,371.29	Rp 148,182,567.1	Rp 112,940,804.2
10	Rp 237,384,882.99	Rp 134,711,424.7	Rp 102,673,458.3
jumlah	Rp 3,783,271,662.45	Rp 2,146,935,007.4	Rp 1,636,336,655.0

**Break Even Point** ini digunakan untuk mencari sejauh mana investasi awal yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal. *Cash out* tahun ke- 0 = investasi awal + residu + Biaya Operasional Perawatan Dan Gaji Operator

Table 8. Akumulasi Pendapatan Dan Penerimaan

Tahun	Cash In /tahun	Cash Out /tahun	Net Cash Flow (laba /tahun)
0		Rp 548,963,800	-Rp 548,963,800.0
1	Rp 559,746,734.1	Rp 903,860,180	-Rp 344,113,445.9
2	Rp 1,119,493,468.2	Rp 1,258,756,560	-Rp 139,263,091.8
3	Rp 1,679,240,202.3	Rp 1,613,652,940	Rp 65,587,262.3
4	Rp 2,238,986,936.4	Rp 1,968,549,320	Rp 270,437,616.4
5	Rp 2,798,733,670.5	Rp 2,323,445,700	Rp 475,287,970.5
6	Rp 3,358,480,404.6	Rp 2,678,342,080	Rp 680,138,324.6
7	Rp 3,918,227,138.7	Rp 3,033,238,460	Rp 884,988,678.7
8	Rp 4,477,973,872.8	Rp 3,388,134,840	Rp 1,089,839,032.8
9	Rp 5,037,720,606.9	Rp 3,743,031,220	Rp 1,294,689,386.9
10	Rp 5,597,467,341.0	Rp 4,097,927,600	Rp 1,499,539,741.0

$$BEP = X \left( \frac{\text{net cash flow(laba /tahun) sebelum}}{\text{cash flow ( pemasukan/tahun) sebelum}} \right)$$

Keterangan :

x (tahun ke- sebelum balik modal) = 2 tahun

net cash flow (laba /tahun) sebelum = Rp 139,263,091.8

cash flow (pemasukan /tahun) sebelum = Rp 220,077,351.3

$$BEP = 2 \left( \frac{\text{Rp}139,263,091.8}{\text{Rp}220,077,351.3} \right)$$

$$= 2 + 0,63 = 2,63 = 2 \text{ tahun} + 6 \text{ bulan} + 3 \text{ hari}$$

#### 4. KESIMPULAN

Perancangan distribusi kelistrikan menggunakan simulasi *software* etap untuk melihat aliran daya perancangan PLTMH 50 kW. Pada saat diberi beban lebih dari 100% atau mendekati 50 kW tetapi generator akan bekerja baik jika nilai beban kurang lebih 52,2 kW hal ini dikarenakan turbin akan mengalami penurunan kecepatan saat beban diatas 52,2 kW karena kemampuan turbin berdasarkan efisiensi 82% adalah 52,2 kW.

Hasil perhitungan NPV pada tingkat suku bunga 10% untuk masa 10 tahun kedepan mendapatkan sebesar Rp 3,783,271,662.45, berdasarkan kriteria kelayakan yang mengharuskan NPV > 0, Perhitungan dan nilai BEP 2 tahun + 6 bulan + 3 hari atau dapat mencapai titik impas sebelum umur ekonomis proyek. Berdasarkan hasil evaluasi berarti perancangan pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH) kapasitas daya 50 kW ini menguntungkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rizki, Muhammad Kresnawan. 2015. perancangan *Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Tinggi Jatuh Air Kurang Dari 3 Meter*. Universitas Islam Indonesia.
- [2] Caesar, Febria Awal Ramadhan ayusreza. 2016. *Perancangan PLTMH Kapasitas 30 kW Di Desa Giritirta, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah*, Sekolah Tinggi Teknik PLN
- [3] Jumadi dan Faisal Amir. 2017, *Perencanaan Dan Perancangan Pembangkit Listrik tenaga Mikro-Hidro Jenis Crossflow*. Prodi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Malikussaleh
- [4] Ari Maghfur Dimiyati oleh perusahaan. 2014, *Studi Kelayakan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Desa Setren Kecamatan Slogomokabupaten Wonogiri*, Pt.Dinamika Elektrik Mandiri
- [5] Alex Okibe Edeoja, Matthew Ekoja and Joshua Sunday Ibrahim *Turbine Dimensionless Coefficients and the Net Head/Flow Rate Characteristic for a Simplified PicoHydro Power System*. Department of Mechanical Engineering, University of Agriculture, Makurdi, Nigeria
- [6] Bryan Patrick Ho-Yan. 2012. *Design of a Low Head Pico Hydro Turbine for Rural Electrification in Cameroon*. Engineering and International Development Guelph, Ontario, Canada
- [7] Anonym. 2008 *standarisai peralatan dan komponen pembangkit listrik mikro hidro (PLTMH)*. Jakarta