

STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SKALA KECIL RUMAH TANGGA

Oleh:

Charlos Simamora ¹⁾

Folmer Manurung ²⁾

Janter Napitupulu ³⁾

Joslen Sinaga ⁴⁾

Jumari ⁵⁾

Universitas Darma Agung ^{1,2,3,4,5)}

E-mail:

charlosryandi1@gmail.com ¹⁾

folmer.manurung@gmail.com ²⁾

jnapitupulu96@gmail.com ³⁾

josinaga1977@gmail.com ⁴⁾

jumarieska@gmail.com ⁵⁾

ABSTRACT

For planning a solar power plant (PLTS) at home, it is necessary to consider the capacity of each component. In this planning, calculations are made for the needs of solar panels used, which are 20 pieces of 200 Wp Monocrystalline solar panels, 8 units of Solana SOF12-200 200 Ah batteries with 2 series and 4 parallel circuits, PowMr MPPT SCC with a current capacity of 60 A, 24 V voltage PSW inverter with a power of 2000 W. If each installed component meets the specifications, then this PLTS system will be able to serve a house with a load power of 21.12 kWh.

Keywords: *PLTS, Solar Panel, Sunlight, House, Sudirejo Ii*

ABSTRAK

Untuk perencanaan sebuah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada rumah perlu diperhatikan kapasitas masing-masing komponen. Dalam perencanaan ini dilakukan perhitungan untuk kebutuhan panel surya yang digunakan adalah 20 lembar panel surya Monocrystalline 200 Wp, 8 unit baterai Solana SOF12-200 200 Ah dengan 2 rangkaian seri dan 4 paralel, SCC MPPT PowMr dengan kapasitas arus 60 A, Inverter PSW tegangan 24 V dengan daya 2000 W. Apabila setiap komponen terpasang telah memenuhi spesifikasi, maka sistem PLTS ini akan mampu melayani rumah dengan daya beban 21.12 kWh.

Kata Kunci : *PLTS, Panel Surya, Cahaya Matahari, Rumah, Sudirejo Ii*

1. PENDAHULUAN

Saat ini sebagian besar ketersediaan listrik masih disuplai oleh PLN. Apabila suatu wilayah belum tercover jaringan distribusi PLN maka bisa dipastikan tidak akan mendapat pasokan listrik.

Salah satu pilihan dalam menyediakan daya listrik adalah dengan cara mandiri yaitu membuat atau menciptakan pembangkit listrik sendiri. Salah satunya dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya disingkat PLTS.

2. TINJAUAN PUSTAKA

PLTS adalah sistem pembangkit tenaga listrik yang mengubah energi elektromagnetik menjadi energi listrik melalui konversi sel fotovoltaik. Sistem fotovoltaik mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi (iradiasi) matahari yang masuk ke sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya. Sel surya terdiri dari lapisan-lapisan tipis dari bahan semi konduktor silikon (Si) murni dan bahan semikonduktor lainnya.

a. Sistem PLTS Off Grid

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid* adalah suatu sistem pembangkit listrik alternative untuk suatu daerah-daerah terpencil atau daerah-daerah pedesaan yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Sistem PLTS *Off-Grid* mengandalkan energi matahari sebagai satusatunya sumber listrik sehingga aman dari polusi atau tidak mencemari udara.

PLTS off-grid sering juga disebut dengan PLTS Stand Alone, artinya sistem tersebut hanya ditenagai oleh panel surya saja tanpa ada jenis pembangkit lain (seperti PLTD). PLTS off-grid sangat bergantung pada matahari. Maka dari itu, PLTS off-grid sangat bergantung pada matahari. Sehingga PLTS off-grid membutuhkan media penyimpanan berupa baterai untuk mengantisipasi keadaan tanpa matahari.

PLTS jenis ini merupakan pembangkit kecil, yang dipasang dirumah masing masing dan dapat digunakan secara mandiri di rumah masing masing. Sistem tersebut menggunakan panel surya yang dipasang pada atap rumah dan menggunakan baterai sebagai media penyimpanan energi. Sistem yang digunakan off-grid atau tidak ada

sambungan jaringan PLN. Kapasitas PLTS yang terpasang akan disesuaikan dengan kebutuhan alat elektronik rumah tangga dan luas lahan yang tersedia. SHS ini relatif murah dalam hal pembangunan, karena tidak membutuhkan lahan yang luas, hanya komponen pendukung seperti inverter, solar charge controller (SCC) dan baterai yang merupakan solusi untuk mengurangi konsumsi bahan bakar khususnya di Indonesia. pedesaan yang masih mengandalkan PLTD atau genset sebagai solusi.A

b. Panel Surya

Bagian terkecil dari modul surya adalah sel surya yang terbentuk pada sebuah foto dioda yang besar dan dapatv menghasilkan daya listrik. Fotovoltaik terdiri dari dua jenis bahan semikonduktor yang berbeda yang disambungkan melalui suatu junction, kemudian jika terkena sinar matahari pada permukaannya akan diubah menjadi energi listrik. Untuk mendapatkan daya yang efisien dan banyak, maka sel surya tersebut disusun menjadi panel yang dinamakan modul surya.

c. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah komponen listrik yang mengatur arus searah dari panel ke baterai. SCC mengamankan overcharging dan juga tegangan berlebih yang dapat merusak baterai. Menggunakan teknologi modulasi lebar pulsa (PWM) dalam mengatur fungsi pengisian baterai dan melepaskan arus dari baterai ke beban.

d. Baterai (Battery)

Baterai merupakan salah satu komponen utama dalam PLTS, dan fungsinya untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan dari panel surya sehingga dapat digunakan untuk

memberikan beban pada saat dibutuhkan. Setiap baterai memiliki terminal positif (katoda) dan terminal negatif (anoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai konduktor. Output yang dihasilkan baterai dalam bentuk arus searah (DC). Secara umum ada dua jenis baterai, yaitu baterai yang hanya dapat digunakan satu kali dalam satu waktu (sekali pakai) dan baterai sekunder (baterai isi ulang) yang dapat digunakan dua kali. Untuk baterai yang digunakan di PLTS merupakan baterai sekunder (rechargeable battery) karena dapat diisi jika daya habis.

e. Inverter

Inverter adalah perangkat listrik yang terhubung ke sistem PLTS untuk mengubah arus searah dari modul surya menjadi arus bolak-balik yang dapat dimasukkan ke dalam jaringan. Banyak inverter menyertakan konverter DC-DC untuk mengubah tegangan variabel array PV menjadi tegangan konstan, yang merupakan masukan dari inverter sebenarnya. Inverter yang digunakan adalah inverter khusus dari sistem PLTS yang biasa disebut dengan smart inverter. Untuk sistem mikrogrid fotovoltaik yang berdiri sendiri, mereka memiliki inverter yang terhubung ke baterai atau biasa disebut sebagai inverter baterai.

3. METODE PENELITIAN

a. Menghitung Area PV

Area PV dapat dihitung menggunakan rumus:

$$PV \text{ Array} = \frac{EL}{GAV \times \eta_{PV} \times TCP \times x}$$

Dimana :

EL = pemakaian energi (kWh/hari)

GAV = insolasi harian matahari rata-rata (kWh/m²/hari)

η_{PV} = efisiensi panel surya.

$TCF = \text{Temperature Correction Inverter.}$

b. Menghitung Kebutuhan Panel Surya

Dihitung dengan rumus:

$$= \frac{\text{jumlah energi}}{\text{waktu penyinaran minimum}}$$

c. Menghitung Kebutuhan Batrai

Besar kapasitas baterai dihitung dengan:

$$E_{rough} = ExD$$

Dimana :

E_{rough} = Jumlah penyimpanan energi yang dibutuhkan

D = hari-hari otonomi (hari)

E = Total konsumsi energi (kWh)

Untuk keamanan energi dihitung dengan:

$$E_{safe} = \frac{E_{rough}}{MDOD}$$

Dimana :

E_{safe} = Keamanan energy

E_{rough} = Jumlah penyimpanan energi yang dibutuhkan

MDOD = *Maximum depth of discharge*

Untuk kapasitas baterai dihitung dengan:

$$C = \frac{E_{safe}}{V_b}$$

Dimana :

C = Total Kapasitas baterai (Ah)

E_{safe} = Keamanan energy

V_b = *Voltage Battery* (V)

Untuk perhitungan jumlah total baterai dihitung dengan:

$$N_{batteries} = \frac{C}{C_b}$$

Dimana :

$N_{batteries}$ = Jumlah baterai

C = Total kapasitas baterai

C_b = Kapasitas baterai

d. Menentukan SCC

Kapasitas Charge Controller dihitung dengan:

$$I = ISC \times N_p \times F_{safe}$$

Dimana :

I = Arus (Ampere)

ISC = Short circuit current

Np = Jumlah baterai paralel

Fsafe = Safety factor

e. Menghitung Kapasitas Inverter

Untuk menghitung kapasitas inverter dapat di tentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$p_{inv} = v_{ov} \times I_{sc} \times f_c$$

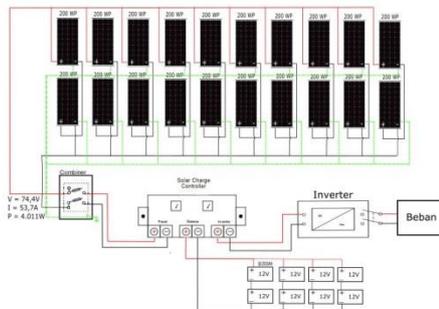
Dimana:

vov = Tegangan tanpa beban

Isc = Arus hubung singkat

fc = faktor koreksi

f. Desain PLTS



Gambar Wiring sistem PLTS off-grid

g. Perhitungan Biaya

1. Biaya Operasional (O&M)

Biaya pemeliharaan dan operasional untuk sistem PLTS dihitung sebesar 1-2% dari biaya investasi.

$$M = 1\% \times \text{Total biaya investasi}$$

2. Biaya Siklus Hidup (Life Cycle Cost)

$$LCC = C + MPW + RPW$$

Keterangan :

$$LCC = \text{Life Cycle Cost}$$

C = Biaya investasi awal adalah biaya awal yang dikeluarkan untuk

pembelian komponen-komponen PLTS.

Mpw = Biaya nilai sekarang untuk total biaya pemeliharaan dan operasional selama n tahun atau selama umur proyek.

Rpw = Biaya nilai sekarang untuk biaya penggantian yang harus dikeluarkan selama umur proyek.

3. Net Present Value (NPV)

Net Present Value dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{R_t}{(1+i)^t} - C_0$$

Keterangan:

I = Tingkat suku bunga acuan (%)

t = Tahun periode

R_t = Pendapatan bersih (Netto Benefit) dalam waktu t

C₀ = Biaya investasi awal tahun ke 0

4. Internal Rate of Return (IRR)

Internal rate of return ialah diskonto atau discount rate yang menjadi sebuah present value dari suatu aliran kas yang masuk (cash inflow) yaitu sama dengan investasi awal:

$$IRR = i^1 + \left\{ \frac{NPV^1}{NPV^1 - NPV^2} (i^1 - i^2) \right\}$$

Keterangan:

i^1 = tingkat suku bunga bank acuan (%)

i^1 = tingkat suku bunga yang bisa menghasilkan nilai positif NPV (%)

i^2 = tingkat suku bunga yang bisa menghasilkan nilai negatif NPV (%)

NPV^1 = nilai positif *net present value*

NPV^2 = nilai negatif *net present value*

5. Benefit Cost Ratio (BCR)

Benefit Cost Ratio adalah suatu ukuran perbandingan antara pendapatan dengan total biaya produksi.

Benefit - Capital

6. Pay Back Period (PBP)

Pay back periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian biaya investasi dari proyek yang dikerjakan. Untuk mendapatkan nilai *payback period* dengan cara membagi biaya investasi keseluruhan sistem dengan pendapatan yang dihasilkan oleh pembangkit dalam setahun.

$$\text{Pay back Periode (t)} = \frac{\text{Biaya investasi keseluruhan}}{\text{Pendapatan pertahun}}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Data Beban Listrik

Penentuan energi listrik yang akan disuplai bertujuan untuk mengetahui jumlah daya elektrik yang diperlukan sesuai dengan jumlah beban yang ada dalam rumah. Berdasarkan tagihan

listrik selama 6 bulan didapatkan rata-rata sebesar 207 kWh/bulan.

Bila dibagikan 30 hari dalam sebulan maka didapat rata-rata sebesar:

$$\frac{207}{30} = 6,9 \text{ kWh, dibulatkan menjadi } 7 \text{ kWh.}$$

Dimana total energi yang didapat dikali 2 (hari otonomi) maka diperoleh hasil:

$$7 \text{ kWh} \times 2 = 14 \text{ kWh}$$

b. Iradiasi Matahari

Bulan	Iradian (kWh/m ²)	Temperatur (°C)
Januari	6.48	25.06
Februari	6.87	25.79
Maret	7.05	26.07
April	6.98	26.34
Mei	6.65	26.80
Juni	6.57	26.05
Juli	6.63	26.01
Agustus	6.82	25.69
September	7.07	25.83
Oktober	7.02	26.15
November	6.64	25.78
Desember	6.45	25.12
Rata-rata	6.77	

Tabel 4.1 Iradiasi Matahari

(Sumber: power.larc.nasa.gov)

Berdasarkan tabel 4.1 didapatkan data rata-rata radiasi matahari dilokasi tersebut sebesar 6.77 kWhm²/hari, dimana potensi radiasi tertinggi berada

dibulan Maret, September dan Oktober dengan rata-rata 7 kWh/m²/hari.

c. Menghitung Area PV

Besar energi listrik yang akan disuplai adalah 14 kWh. Untuk nilai insolasi harian adalah 6,77 kWh/m². Efisiensi panel surya ditentukan sebesar 17,64% mengacu pada efisiensi panel surya 200 WP yang akan digunakan. Untuk Temperature Correction Factor (TCF) digunakan nilai sebesar 0,9. Setiap kenaikan temperature 1° C akan mengakibatkan daya yang dihasilkan panel surya berkurang sebesar 0,5%. Temperatur tertinggi terdapat pada bulan Mei dengan suhu 26,80°C, maka ada kenaikan suhu dari suhu standar (25°C) sebesar 1,8°C. maka:

$$P_{\text{saat naik } 1,8^{\circ}\text{C}} = 0,5\% / ^{\circ}\text{C} \times P_{\text{MPP}} \times \text{kenaikan temperatur}$$

$$= 0,5 \times 200 \times 1,8^{\circ}\text{C} \\ = 180 \text{ W}$$

$$\text{TCF} = \frac{\text{PMPP saat kenaikan suhu}}{\text{PMPP}} \\ = \frac{180}{200} \\ = 0,9$$

Apabila seluruh nilai disubstitusikan maka akan diperoleh:

$$P_v \text{ Array} = \frac{14 \text{ kWh}}{6,77 \times 0,17 \times 0,9} \\ = \frac{14 \text{ kWh}}{1,03} \\ = 13,5 \text{ m}^2$$

d. Menghitung Kebutuhan Panel Surya

$$= \frac{\text{jumlah energi}}{\text{waktu penyinaran minimum}} \\ = \frac{14000 \text{ wh}}{5} \\ = 2800 \text{ Watt peak} \\ = \frac{2800 \text{ WP}}{200} \\ = 14 \text{ lembar panel.}$$

e. Menghitung Kebutuhan Batrai

$$E_{\text{rough}} = ExD \\ = \text{Total konsumsi energi} \\ (\text{kWh}) \times \text{hari-hari otonomi (hari)} \\ = 14000 \text{ Wh} \times 1 \text{ hari} \\ = 14000 \text{ Wh}$$

Untuk keamanan energi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$E_{\text{safe}} = \frac{E_{\text{rough}}}{\frac{\text{MDOD}}{E_{\text{rough}}}} \\ = \frac{\text{Maximum depth of discharge}}{14000} \\ = \frac{0,8}{14000} \\ = 17500 \text{ Wh}$$

Untuk menghitung kapasitas baterai yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus :

$$C = \frac{E_{\text{safe}}}{V_b} \\ = \frac{17500 \text{ Wh}}{12 \text{ v}} \\ = 1458,33 \text{ Ah}$$

Untuk perhitungan jumlah total baterai dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$N_{\text{batteries}} = \frac{C}{C_b} \\ = \frac{1458,33 \text{ Ah}}{200} \\ = 7,29 \text{ dibulatkan menjadi 8 unit} \\ \text{batrai}$$

f. Menentukan SCC

$$I = ISC \times N_p \times F_{\text{safe}} \\ = 5,71 \times 4 \times 1,25 \\ = 28,55 \text{ A}$$

g. Menghitung Kapasitas Inverter

$$= \frac{14000 \text{ W}}{24} \\ = 583,33 \text{ W}$$

h. Biaya Komponen

NO	Komponen	Tipe	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Panel Surya	Monocrystalline Silicon Solar Cell MY200S-24	20 unit	1.375.000	27.500.000
2	SCC	PowMr 60A MPPT Solar Charge Controller HHJ-60A	1 unit	1.197.500	1.197.500
3	Baterai	Solana SOF12-200	8 unit	4.400.000	35.200.000
4	Inverter	SUNYIMA PSW Power Inverter DC 24 to AC 220V 2000W - SY2000	1 unit	737.000	737.000
5	Kabel Penghantar	PV1-F 10 mm ² 8 AWG 1000V M Solar	50 m	35.000	1.750.000
6	Conector MC4	MC4 Socket Connector IP67	22 buah	7.000	154.000
7	Mounting Sistem	Mounting bracket panel surya / solar panel / Rail Aluminium solar cell	20 m	215.000/2,2m	1.955.000
8	Rak Baterai	Rak besi susun	1 buah	500.000	500.000
9	Combiner box	Isi fuse 30A 2buah, MCB DC 63A 1 buah, busbar	1 unit	500.000	500.000
Total					69.493.500

Tabel 4.2 Biaya Komponen

i. Biaya Operasional (O&M)

$$M = 1\% \times \text{Nilai Investasi Awal}$$

$$= 1\% \times \text{Rp. } 69.493.500$$

$$= \text{Rp. } 694.935/\text{tahun}$$

$$= \text{Rp. } 694.935 \times \frac{4,32}{0,46}$$

$$= \text{Rp. } 694.935 \times 9,39$$

$$= \text{Rp. } 6.525.439,65$$

j. Biaya Siklus Hidup (Life Cycle Cost)

$$LCC = C + MPW$$

$$P = A \times \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$MPW^{(8,72\%,20)} = \text{Rp. } 694.935 \times$$

$$\frac{(1+0,0872)^{20} - 1}{0,0872(1+0,0872)^{20}}$$

$$LCC = \text{Rp. } 69.493.500 + \text{Rp. } 6.525.439,65$$

$$LCC = \text{Rp. } 76.018.939,65$$

k. Net Present Value (NPV)

Tahun	Investasi	Benefit	O & M	Net Cash Flow (Benefit-O&M)	DF 1 (7%)	PV Net Cash Flow	DF 2 (10%)	PV Net Cash Flow 2
0	Rp.				1		1	

	69.493. 500							
1		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,93457 944	Rp6.915.4 78	0,909090 909	Rp6.726.8 74
2		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,87343 873	Rp6.463.0 64	0,826446 281	Rp6.115.3 40
3		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,81629 788	Rp6.040.2 47	0,751314 801	Rp5.559.4 00
4		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,76289 521	Rp5.645.0 90	0,683013 455	Rp5.054.0 00
5		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,71298 618	Rp5.275.7 85	0,620921 323	Rp4.594.5 46
6		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,66634 222	Rp4.930.6 40	0,564473 93	Rp4.176.8 60
7		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,62274 974	Rp4.608.0 75	0,513158 118	Rp3.797.1 45
8		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,58200 91	Rp4.306.6 12	0,466507 38	Rp3.451.9 50
9		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,54393 374	Rp4.024.8 71	0,424097 618	Rp3.138.1 36
10		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,50834 929	Rp3.761.5 62	0,385543 289	Rp2.852.8 51
11		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,47509 28	Rp3.515.4 78	0,350493 899	Rp2.593.5 01
12		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,44401 196	Rp3.285.4 94	0,318630 818	Rp2.357.7 28
13		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,41496 445	Rp3.070.5 55	0,289664 38	Rp2.143.3 89
14		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,38781 724	Rp2.869.6 78	0,263331 254	Rp1.948.5 36
15		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,36244 602	Rp2.681.9 42	0,239392 049	Rp1.771.3 96
16		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,33873 46	Rp2.506.4 88	0,217629 136	Rp1.610.3 60
17		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,31657 439	Rp2.342.5 12	0,197844 669	Rp1.463.9 64
18		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,29586 392	Rp2.189.2 63	0,179858 79	Rp1.330.8 76
19		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,27650 833	Rp2.046.0 40	0,163507 991	Rp1.209.8 87
20		8.094.49 6,69	694.9 35	7.399.56 2	0,25841 9	Rp1.912.1 87	0,148643 628	Rp1.099.8 98
Tota l	Rp 69.493. 500			147.991. 234		Rp78.391 .062		Rp62.996 .640
					NPV 1	Rp8.897. 562	NPV2	- Rp6.496. 860

Tabel 4.3 Pengolahan Net Present Value dan IRR

$NPV = PV \text{ Net Cash Flow (NCF)}$
 – Biaya Investasi
 $= \text{Rp. } 78.391.062 - \text{Rp. } 69.493.500$
 $= \text{Rp. } 8.897.562$
 NPV bernilai positif ($NPV > 0$).
 Maka proyek PLTS ini dapat dilaksanakan.

l. Internal Rate of Return (IRR)

$$\begin{aligned}
 IRR &= i^1 + \left\{ \frac{NPV^1}{NPV^1 - NPV^2} (i^2 - i^1) \right\} \\
 &= \frac{7\%}{7\%} + \left\{ \frac{Rp.8.897.562}{(Rp.8.897.562 - (-Rp6.496.860))} (10\% - 7\%) \right\} \\
 &= 8,77\%
 \end{aligned}$$

IRR adalah 8,77%. Nilai tersebut lebih besar dari discount rate 7%, maka proyek ini dikatakan layak untuk diteruskan

m. Benefit Cost Ratio (BCR)

$$\begin{aligned}
 BCR &= \frac{\text{Annual Worth}}{\text{Benefit Annual Worth Cost}} \\
 &= \frac{\text{Rp.78.391.062}}{\text{Rp.69.493.500}} \\
 &= 1,12
 \end{aligned}$$

Nilai tersebut memenuhi syarat yaitu $BCR > 1$, maka proyek perencanaan PLTS ini dikatakan layak untuk dilanjutkan.

n. Pay Back Period (PBP)

$$\begin{aligned}
 PBP &= \frac{69.493.500}{7.399.562} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 9,39 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut didapat waktu untuk pengembalian modal yaitu pada tahun ke 9, bulan ke 4.

5. SIMPULAN

Berdasarkan uraian-uraian dalam tulisan ini maka dalam hal ini penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan, yang mana adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan sistem PLTS Skala Kecil Rumah Tangga menggunakan 20 panel surya tipe monocrystalline model MY200S-24 kapasitas 200 Wp, 2 dihubung seri dan 10 dihubung paralel, Solar Charge Controller PowMr MPPT kapasitas 60A sebanyak 1 buah, inverter SUNYIMA PSW Power Inverter DC 24 to AC 220V 2000W sebanyak 1 buah, dan baterai Solana SOF12-200 kapasitas 200Ah 12V sebanyak 8 buah, 2 dihubung seri dan 4 diparalel.
2. Anggaran biaya yang harus dikeluarkan untuk membangun PLTS sistem off grid sebesar Rp. 69.493.500 beserta biaya operasional dan pemeliharaan sebesar Rp. 694.935/tahun. Untuk biaya energi sebesar Rp. 1.050/kWh.
3. Dari pengolahan data kelayakan investasi PLTS sistem off grid, menunjukkan nilai NPV pada PLTS ini bernilai positif sebesar Rp78.391.062, nilai IRR sebesar 8,77% dan nilai BCR sebesar 1,12, sehingga proyek PLTS ini dikatakan layak secara ekonomi. Untuk pengembalian modal investasi terjadi pada tahun ke 9 bulan ke 4 umur proyek.

6. DAFTAR PUSTAKA

- D. N. Prambudi, Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off-Grid Pada Permukiman Penduduk Diperkebunan Kelapa Sawit, Sekolah tinggi teknik-PLN, 2018.

Giatman, M. 2005. Ekonomi Teknik. Jakarta: Penerbit PT. Raja Grafindo Persada.

HS, Rahmad. 2016. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Rooftop Grid- Connected pada Gedung Pemerintah". UIN Suska Riau. Pekanbaru.

Lubis, Ilham. 2018. "Analisa Perancangan On-Grid System Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Pada Industri Menengah". UIN Suska Riau. Pekanbaru.

NASA, "nasa prediction of worldwide energy resources," [Online]. Available: <https://power.larc.nasa.gov/>

Prima, Obbie. 2017. "Analisa Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Rooftop Grid-Connected Pada Gedung Pemerintah". UIN Suska. Pekanbaru.

Supranto. 2015, Teknologi Tenaga Surya Edisi ke 1, Global Pustaka Utama, Yogyakarta

Warung Energi, "Saatnya beralih ke energi yang ramah lingkungan," [Online]. Available: <https://www.warungenergi.com/>

Wibawa U, Darmawan A. 2008. Penerapan Sistem Photovoltaik Sebagai Suplai Daya Listrik Beban Pertamanan. Jurnal EECCIS Vol.II, No.II Juni.