

# Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangunan PLTS (Studi Kasus Gedung Kuliah Politeknik Negeri Ketapang)

Yudi Chandra

Program Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.  
Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ketapang  
e-mail : chandra.yudi.2386@gmail.com

**Abstract**—Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di gedung kuliah Politeknik Negeri Ketapang (POLINKA) karena sering terjadinya pemadaman listrik bergilir, maka diperlukan suplai energi cadangan melalui pengembangan energi alternatif yang salah satunya adalah pengembangan PLTS. Sejalan dengan peraturan menteri ESDM tentang pembelian energi listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero). PLTS merupakan salah satu energi alternatif yang cocok untuk menunjang kebutuhan energi listrik di POLINKA dengan pertimbangan kuat dan lama penyinaran matahari yang baik. Sebelum merealisasikan sistem PLTS di POLINKA, perlu suatu analisis untuk menentukan ekonomi energi yang diberikan oleh sistem PLTS tersebut. Proses yang dilakukan untuk menganalisis ekonomi energi yang diberikan sistem PLTS ialah dari pengumpulan data lapangan selanjutnya perhitungan komponen PLTS dan kemudian menghitung kelayakan investasi. Dari perhitungan yang telah dilakukan, didapat beban rencana berdasarkan jumlah lampu, laptop, LCD projector tiap ruang kelas dengan menggunakan AC dan tanpa menggunakan AC pada gedung kuliah POLINKA yaitu: 56.763 watt (dengan AC) dan 18.963 watt (tanpa AC). Biaya investasi yang diperlukan berurutan untuk beban dengan AC dan tanpa AC sebesar Rp. 24.911.080.000 dan Rp. 8.310.360.000, dengan biaya energi/harga energi sebesar Rp. 2.630,15/kWh dan Rp. 2.632,26/kWh. Hasil analisis kelayakan investasi dilakukan dengan NPV, PI, DPP, ROR menunjukkan bahwa investasi PLTS layak untuk direalisasikan.

**Keywords**—Ekonomi energi, PLTS, POLINKA

## 1. Pendahuluan

Solusi untuk meningkatkan proses pembelajaran di daerah yang energi listriknya kurang khususnya di POLINKA diperlukan energi alternatif. PLTS merupakan salah satu energi alternatif yang cocok untuk menunjang kebutuhan energi listrik di POLINKA. Karena dilihat dari lokasi/tempat, POLINKA letaknya cukup jauh dari pesisir pantai dan pegunungan. Dan sejalan dengan Peraturan Menteri ESDM Nomor 19 Tahun 2016 tentang pembelian tenaga listrik dari PLTS oleh PT. PLN (persero). Sebelum merealisasikan sistem PLTS pada POLINKA, perlu suatu analisis ekonomi energi pada sistem PLTS tersebut.

## 2. Teori Dasar

### 2.1 Sistem PLTS yang Digunakan dalam Penelitian

Sistem PLTS yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem yang terhubung jaringan listrik dengan cadangan batere (*grid connected photovoltaic battery backup*). Seperti penjelasan sebelumnya dengan menggunakan sistem PLTS ini, saat terjadi pemadaman listrik dari PLN, gedung kuliah masih mendapatkan energi listrik yang dihasilkan dari modul PV atau dari batere jika modul PV tidak menghasilkan energi karena cuaca mendung atau malam hari. Dengan demikian energi listrik yang diperlukan oleh gedung kuliah di POLINKA tetap terpenuhi.

### 2.2 Temperatur<sup>[1]</sup>

Sebuah modul PV akan bekerja maksimum apabila suhu lingkungan sekitarnya berada pada angka 25°C. Kenaikan temperatur yang lebih tinggi dari temperatur normal akan mengurangi kinerja modul PV dalam menghasilkan tegangan. Setiap kenaikan 1°C akan mengurangi sekitar 0,5% dari total daya yang dihasilkan. Untuk menghitung besar daya modul PV yang berkurang pada saat temperatur naik 1°C maka bisa menggunakan rumus berikut:

$$P_{\text{saat naik } t^{\circ}\text{C}} = 0,5\% / ^{\circ}\text{C} \times P_{\text{Mpp}} \times \text{kenaikan temperatur } (^{\circ}\text{C}) \quad (1)$$

Keterangan:

$P_{\text{saat naik } t^{\circ}\text{C}}$  : Daya keluaran modul PV pada saat temperatur naik  $t^{\circ}\text{C}$  dari angka 25°C,  $P_{\text{Mpp}}$  : Daya keluaran maksimum modul PV

Daya keluaran maksimum modul PV pada saat temperaturnya naik jadi  $t^{\circ}\text{C}$  dari angka 25°C maka dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$P_{\text{Mpp saat naik } t^{\circ}\text{C}} = P_{\text{Mpp}} - P_{\text{saat naik } t^{\circ}\text{C}} \quad (2)$$

Keterangan:

$P_{\text{Mpp saat naik } t^{\circ}\text{C}}$  : Daya keluaran maksimal modul PV pada saat temperatur di sekitar modul PV naik  $t^{\circ}\text{C}$  dari angka 25 °C

### 2.3 Perhitungan Lama Penyinaran Matahari

Dalam mendapatkan data lama penyinaran matahari diperoleh dari stasiun BMKG wilayah Kabupaten Ketapang. Data yang didapat berupa tabel lama penyinaran matahari harian dan di rata-ratakan dalam sebulan dengan satuan persen (%). Data yang didapat

dilakukan perhitungan kembali menjadi rata-rata dalam setahun dan kemudian dikonversi menjadi jam dengan perhitungan 100% sama dengan 8 jam. Dari uraian tersebut, perhitungan rata-rata lama penyinaran matahari dapat dirumuskan ke dalam matematika<sup>[2]</sup> sebagai berikut:

$$IM = \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n} \times 8 \quad (3)$$

Keterangan :

IM : Nilai rata-rata lamanya penyinaran matahari (jam)  
*B* : rata-rata lamanya penyinaran matahari bulanan (%)  
 8 : Konversi data BMKG dari persen (%) menjadi jam

## 2.4 Perhitungan Kapasitas Sistem PLTS<sup>[3]</sup>

Kapasitas energi listrik yang dihasilkan sistem PLTS adalah gabungan dari kapasitas setiap komponen dalam sistem PLTS. Kebutuhan beban listrik adalah dasar dari penentuan kapasitas sistem PLTS dan dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$E_T = P_T \times h \quad (4)$$

Keterangan :

*E<sub>T</sub>* : Total pemakaian per hari (Wh), *P<sub>T</sub>* : Beban listrik (watt), *h* : Lama pemakaian (jam)

Dalam setiap instalasi listrik terjadi kerugian-kerugian tegangan. Kerugian diperbolehkan sebesar 5% dari total beban, maka penentuan kapasitas sistem PLTS ditambahkan dengan kerugian tegangan dari instalasi. Sehingga perhitungan total energi (*E<sub>T</sub>*) menjadi:

$$E_T = 1,05 \times P_T \times h \quad (5)$$

### 2.4.1 Kapasitas Inverter<sup>[3]</sup>

Menentukan maksimum inverter bertujuan untuk mengetahui daya keluaran inverter yang dibutuhkan agar tidak kurang dari beban listrik yang dibutuhkan, dipengaruhi oleh efisiensi dari inverter yang akan dipilih. Persamaan yang digunakan yaitu:

$$DMI \text{ total} = \frac{1,05 \times P_T}{\eta_i} \quad (6)$$

Keterangan:

*DMI total* : Total daya maksimum keluaran inverter (watt), *η<sub>i</sub>* : Efisiensi inverter

Selanjutnya ialah menentukan jumlah inverter. Jumlah inverter yang dibutuhkan dari total daya maksimum inverter ditentukan dengan persamaan:

$$J_i = \frac{DMI \text{ total}}{DMI} \quad (7)$$

Keterangan:

*J<sub>i</sub>* : Jumlah inverter, *DMI* : Daya maksimum keluaran inverter yang dipilih (watt)

### 2.4.2 Kapasitas Bateres<sup>[3]</sup>

Untuk memenuhi kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah dengan menghitung berapa arus baterai yang dibutuhkan untuk menampung daya yang dihasilkan modul PV sehingga mampu mensuplai sama dengan total pemakaian energi per hari dengan persamaan:

$$I_b \text{ total} = \frac{E_T \times t}{V_i \times \eta_b} \quad (8)$$

Keterangan :

*I<sub>b total</sub>* : Total arus baterai (Ah), *t* : Waktu cadangan, *V<sub>i</sub>* : Tegangan input inverter ( volt ), *η<sub>b</sub>* : Efisiensi baterai (%)

### 2.4.3 Minimum Arus Solar Charge Controller (SCC)<sup>[3]</sup>

$$I_s \text{ min} = \frac{I_b \text{ total}}{IM \times \eta_s} \quad (9)$$

Keterangan:

*I<sub>s min</sub>* : Arus SCC yang dibutuhkan (A), *η<sub>s</sub>* : Efisiensi SCC (%)

Selanjutnya ialah menentukan jumlah SCC yang dibutuhkan untuk dapat mengisi baterai per hari ditentukan dengan persamaan:

$$J_s = \frac{I_s \text{ min}}{I_s} \quad (10)$$

Keterangan:

*J<sub>s</sub>* : Jumlah SCC, *I<sub>s</sub>* : Kapasitas arus SCC yang digunakan (A)

### 2.4.4 Kapasitas Daya Modul PV<sup>[4]</sup>

Kapasitas daya modul PV adalah kapasitas daya yang dibutuhkan berdasarkan arus maksimum dari SCC dan tegangan yang digunakan yaitu tegangan input inverter dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$P_M = I_s \text{ min} \times V_i \quad (11)$$

Keterangan:

*P<sub>M</sub>* : Kapasitas daya modul PV ( Wp )

Dari kapasitas daya modul PV, maka untuk jumlah modul PV yang akan digunakan berdasarkan jenis modul PV yang akan dipilih dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$J_m = \frac{P_M}{\eta_m \times P_{MPP} \times (1 - (0,5\% \times T_h))} \quad (12)$$

Keterangan:

*J<sub>m</sub>* : Jumlah modul PV, *η<sub>m</sub>* : Efisiensi modul PV (%), *T<sub>h</sub>* : Kenaikan temperatur dari temperatur normal modul PV

## 2.5 Analisis Ekonomi Energi

Untuk bisa melakukan analisis ekonomi energi, yang dibutuhkan seperti sebagai berikut:

### 2.5.1 Biaya Tetap (*Fixed Cost*)<sup>[5]</sup>

Biaya tetap (*fixed cost*) adalah estimasi biaya investasi awal dalam perencanaan PLTS ini adalah biaya pembuatan PLTS.

### 2.5.2 Biaya Tidak Tetap (*Variable Cost*)<sup>[4]</sup>

Biaya tidak tetap (*variable cost*) adalah biaya pemeliharaan dan operasional per tahun untuk PLTS yang umumnya digunakan sebesar 1-2 % dari total biaya investasi awal<sup>[12]</sup>. Adapun persamaannya adalah:

$$M = 1 - 2 \% \times \text{Total investasi awal} \quad (13)$$

### 2.5.3 Lamanya Sistem Bisa Beroperasi (Umur Ekonomis)<sup>[5]</sup>

Lamanya sistem bisa beroperasi (umur ekonomis) adalah lama umur dari sistem PLTS yang akan dikerjakan bisa beroperasi.

### 2.5.4 Ongkos dan Tarif / Nilai Jual Produksi Energi Listrik<sup>[4]</sup>

Ongkos dan tarif/nilai jual produksi energi listrik adalah biaya energi per kWh dari energi yang dihasilkan. Untuk mendapatkan biaya tersebut, harus mengetahui biaya siklus hidup (LCC) dari sistem PLTS yang akan direncanakan dan produksi energi per tahun pada sistem PLTS. Biaya siklus hidup (LCC) pada PLTS yang akan direncanakan ini, ditentukan oleh nilai sekarang dari biaya total sistem PLTS yang terdiri dari investasi awal (C) dan biaya jangka panjang untuk pemeliharaan dan operasional ( $M_{pw}$ ). Dapat dihitung dengan rumus:

$$LCC = C + M_{pw} \quad (15)$$

Setelah mengetahui biaya siklus hidup, menghitung produksi energi per tahun dari sistem PLTS yang akan direncanakan. Untuk mengetahui kWh produksi per tahun dapat dihitung dengan persamaan:

$$A \text{ kWh} = \frac{P_{M \text{ total}} \times 365}{1000} \quad (16)$$

Keterangan:

$A \text{ kWh}$  : kWh produksi per tahun (kWh), 365 : Jumlah hari dalam setahun, 1000 : Konversi dari W ke kW

Perhitungan biaya energi (*cost of energy*) suatu PLTS ditentukan berdasarkan biaya siklus hidup (LCC) yang dirubah menjadi serangkaian biaya tahunan atau deret seragam yang dipengaruhi oleh suku bunga (MARR yang digunakan) dibagi dengan kWh produksi per tahun. Dapat dituliskan dengan persamaan:

$$COE = \frac{LCC \times (A/P, i\%N)}{A \text{ kWh}} \quad (17)$$

Keterangan:

$COE$  : Biaya energi per kWh (Rp)

### 2.5.5 Analisis Kelayakan Investasi

Kelayakan investasi dilakukan dengan cara menganalisa ekonomi dari investasi suatu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang akan dirancang di gedung kuliah POLINKA. Tahapan dalam melakukan analisis kelayakan investasi pada perencanaan PLTS ini yaitu:

#### 1) Net Present Value (NPV)<sup>[4]</sup>

*Net present value* (NPV) adalah selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *cost of capital* sebagai diskon faktor. Dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang. Persamaan NPV diperhitungkan dengan rumus dibawah ini:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} - II \quad (18)$$

Keterangan:

$II$  : Investasi awal,  $r$  : Tingkat diskonto,  $NCF_t$  : Alur kas bersih setiap tahun

Keterangan pengambilan keputusannya<sup>[1]</sup> adalah sebagai berikut:

- Jika nilai NPV adalah positif maka proyek layak dilaksanakan karena hal itu mengindikasikan bahwa perhitungan investasi proyek mampu memberi keuntungan sampai periode yang diperhitungkan.
- Jika nilai NPV adalah negatif maka proyek tidak layak dilaksanakan karena hal itu mengindikasikan bahwa perhitungan investasi proyek belum mampu memberi keuntungan sampai periode yang diperhitungkan.
- Jika nilai NPV adalah 0 maka itu berarti dalam sepanjang periode perhitungan investasi yang dilakukan maka proyek tersebut telah memberikan hasil yang sebanding dengan nilai investasi yang dikeluarkan.

#### 2) Profitability Index (PI)<sup>[4]</sup>

*Profitability index* (PI) adalah perbandingan antara nilai arus kas bersih yang akan datang dengan nilai investasi yang sekarang. Kelayakan investasi menurut standar analisa ini adalah :

- Jika  $PI > 1$  ; maka investasi tersebut dapat dijalankan (layak)
- Jika  $PI < 1$  ; investasi tersebut tidak layak dijalankan (tidak layak)

Persamaan *profitability index* (PI) diperhitungkan dengan rumus dibawah ini:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t}}{II} \quad (19)$$

#### 3) Discounted Payback Period (DPP)<sup>[4]</sup>

Teknik *discounted payback period* (DPP) adalah periode pengembalian modal yang dihitung dengan menggunakan *discount factor*. DPP dapat diperoleh dengan menghitung berapa tahun nilai sekarang arus kas bersih kumulatif akan sama atau lebih kecil dari umur proyek yang di rencanakan.

kriteria pengambilan keputusan suatu perencanaan layak diimplementasikan atau tidak layak dalam metode ini adalah:

- Perencanaan akan dinilai layak apabila DPP memiliki periode waktu lebih pendek dari umur perencanaan.
- Perencanaan belum dinilai layak apabila DPP memiliki periode waktu lebih panjang dari umur perencanaan.

#### 4) Perhitungan dan Analisis Rate Of Return (ROR)<sup>[5]</sup>

*Rate of Return* (ROR) adalah tingkat bunga yang menyebabkan terjadinya keseimbangan antara semua pengeluaran dan pemasukan pada suatu periode tertentu. Dengan kata lain ROR adalah suatu tingkat penghasilan yang mengakibatkan nilai NPV dari suatu investasi sama dengan nol. Dalam analisis kelayakan investasi perencanaan PLTS ini, analisis ROR yang digunakan yaitu IRR dimana semua aliran kas dirubah menjadi

nilai sekarang. Persamaan yang digunakan untuk menentukan IRR adalah:

$$NPV = PV_R - PV_E \quad (20)$$

Keterangan:

NPV : *Net Present Value* bernilai,  $PV_R$  : *Present Value* dari semua pemasukan,  $PV_E$  : *Present Value* dari semua pengeluaran

Suatu investasi dikatakan layak untuk dilaksanakan apabila ROR/IRR yang dihasilkan lebih besar atau sama dengan MARR.

### 3. Pengolahan Data dan Analisis

#### 3.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, pengambilan data dilakukan pada ruang kelas gedung kuliah POLINKA untuk data beban listrik dan data lamanya penyinaran matahari di stasiun BMKG wilayah Kabupaten Ketapang. Adapun data beban listrik pada ruang kelas gedung kuliah POLINKA adalah:

Tabel 1. Data Beban Listrik dengan AC

Komponen	Banyak	Daya satuan (W)	Jumlah (W)
Lampu	126	24	3.024
Laptop	21	330	6.930
LCD Projector	21	429	9.009
AC ( 2pk )	21	1800	37.800
<b>Total Beban</b>			<b>56.763</b>

Sumber : Gedung Kuliah POLINKA

Tabel 2. Data Beban Listrik tanpa AC

Komponen	Banyak	Daya satuan (W)	Jumlah (W)
Lampu	126	24	3.024
Laptop	21	330	6.930
LCD Projector	21	429	9.009
<b>Total Beban</b>			<b>18.963</b>

Sumber : Gedung Kuliah POLINKA

Untuk data lamanya penyinaran matahari dari Stasiun BMKG wilayah Kabupaten Ketapang terlampir. Dari data yang didapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan (3) sebagai berikut:

Tabel 4. Biaya Investasi Berdasarkan Beban Rencana dengan AC

No	Komponen	Jumlah	Satuan	Harga	Total Harga
1	Inverter	15	Buah	Rp. 24.906.000	Rp. 373.590.000
2	Batere	5.040	Buah	Rp. 1.900.000	Rp. 9.576.000.000
3	SCC	210	Buah	Rp. 3.088.000	Rp. 648.480.000
4	Modul PV	2.520	Buah	Rp. 4.800.000	Rp. 12.096.000.000
5	Connector	2.520	Buah	Rp. 45.000	Rp. 113.400.000
6	Connector Y	1.050	Buah	Rp. 155.000	Rp. 162.750.000
7	Biaya Pengiriman Komponen	146.196	Kg	Rp. 10.000	Rp. 1.461.960.000
8	Kabel 2x2,5 mm	2.940	Meter	Rp. 10.000	Rp. 29.400.000
9	Rak Batere	30	Buah	Rp. 1.500.000	Rp. 45.000.000
10	lemari Box	15	Buah	Rp. 3.500.000	Rp. 52.500.000
11	Dudukan Modul PV	2.520	Buah	Rp. 100.000	Rp. 252.000.000
12	Biaya Instalasi dan Pemasangan	1		Rp. 100.000.000	Rp. 100.000.000
	<b>Total Biaya Investasi</b>				<b>Rp. 24.911.080.000</b>

$$IM = \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n} \times 8$$

$$IM = \frac{845.0005\%}{12} \times 8$$

$$IM = 5,63 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka lama penyinaran matahari yang digunakan dalam perhitungan adalah 5,63 jam.

#### 3.2 Hasil Perhitungan Komponen PLTS

Dari perhitungan komponen PLTS yang telah dilakukan, didapat jumlah komponen PLTS yang akan digunakan pada sistem PLTS yaitu pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Komponen PLTS

No	Komponen	Perhitungan 1	Perhitungan 2
1	Inverter	15	5
2	Batere	5040	1680
3	SCC	210	70
4	Modul PV	2520	840

Keterangan:

Perhitungan 1: Beban rencana dengan AC

Perhitungan 2: Beban rencana tanpa AC

#### 3.3 Biaya Investasi PLTS

Keseluruhan informasi untuk setiap komponen biaya investasi awal sistem PLTS untuk komponen PLTS didapat dari mencari informasi dari *website* yang menjual komponen-komponen sistem PLTS, untuk biaya pengiriman, kabel, rak dan lemari didapat dari survei ke pasar yang ada di ketapang dan untuk biaya dudukan modul PV dan biaya instalasi dan pemasangan didapat dari konsultasi dengan ahli PLTS. Adapun biaya investasi yang diperlukan diuraikan pada tabel di bawah.

Dalam penelitian ini, skenario pendanaan biaya investasi berdasarkan pinjaman dari BANK. Karena itu, tingkat bunga yang digunakan dalam perhitungan penelitian yaitu suku bunga BANK pada saat penelitian dilakukan yaitu sebesar 9%.

Tabel 5. Biaya Investasi Berdasarkan Beban Rencana tanpa AC

No	Komponen	Jumlah	Satuan	Harga	Total Harga
1	Inverter	5	Buah	Rp. 24.906.000	Rp. 124.530.000
2	Batere	1.680	Buah	Rp. 1.900.000	Rp. 3.192.000.000
3	SCC	70	Buah	Rp. 3.088.000	Rp. 216.160.000
4	Modul PV	840	Buah	Rp. 4.800.000	Rp. 4.032.000.000
5	Connector	840	Buah	Rp. 45.000	Rp. 37.800.000
6	Connector Y	350	Buah	Rp. 155.000	Rp. 54.250.000
7	Biaya Pengiriman Komponen	48.732	Kg	Rp. 10.000	Rp. 487.320.000
8	Kabel 2x2,5 mm	980	Meter	Rp. 10.000	Rp. 9.800.000
9	Rak Batere	10	Buah	Rp. 1.500.000	Rp. 15.000.000
10	lemari Box	5	Buah	Rp. 3.500.000	Rp. 17.500.000
11	Dudukan Modul PV	840	Buah	Rp. 100.000	Rp. 84.000.000
12	Biaya Instalasi dan Pemasangan	1		Rp. 40.000.000	Rp. 40.000.000
<b>Total Biaya Investasi</b>					<b>Rp. 8.310.360.000</b>

### 3.4 Ongkos dan Tarif / Nilai Jual Produksi Energi Listrik

Ongkos dan tarif/nilai jual produksi energi listrik adalah biaya energi per kWh dari energi yang dihasilkan. Untuk mendapatkan biaya tersebut, harus mengetahui biaya siklus hidup (LCC) per tahun pada

sistem PLTS. Biaya siklus hidup (LCC) pada PLTS, ditentukan oleh nilai sekarang dari biaya total sistem PLTS yang terdiri dari investasi awal (C) dan biaya jangka panjang untuk pemeliharaan dan operasional ( $M_{pw}$ ). Hasil yang didapat dari perhitungan yang telah dilakukan diuraikan dalam tabel dibawah.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Ongkos dan Tarif / Nilai Jual Produksi Energi Listrik

No	Perhitungan	Simbol	Hasil Perhitungan	
			dengan AC	tanpa AC
1	Biaya Pemeliharaan dan Operasional	$M_{pw}$	Rp. 6.227.770.000	Rp. 2.077.590.000
2	Biaya Siklus Hidup	LCC	Rp. 31.138.850.000	Rp. 10.387.950.000
3	kWh Produksi	A kWh	1.211.762,9160 kWh	403.920,9720 kWh
4	Biaya Energi	COE	Rp. 2.616,13 / kWh	Rp. 2.618,23 / kWh

### 3.5 Aliran Kas (Cash Flow)

Tabel 7. Aliran Kas Berdasarkan Beban Rencana dengan AC

Tahun	Biaya	Alur Kas Masuk	Alur Kas Keluar	NCF	DF	PVNCF	Kumulatif PVNCF
0	Rp (24.911.080.000)				1		Rp (24.911.080.000)
1		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,9174	Rp 2.679.833.728	Rp (22.231.246.272)
2		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,8417	Rp 2.458.563.054	Rp (19.772.683.218)
3		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,7722	Rp 2.255.562.434	Rp (17.517.120.784)
4		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,7084	Rp 2.069.323.334	Rp (15.447.797.449)
5		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,6499	Rp 1.898.461.775	Rp (13.549.335.674)
6		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,5963	Rp 1.741.708.050	Rp (11.807.627.624)
7		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,5470	Rp 1.597.897.294	Rp (10.209.730.331)
8		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,5019	Rp 1.465.960.820	Rp (8.743.769.511)
9		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,4604	Rp 1.344.918.183	Rp (7.398.851.327)
10		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,4224	Rp 1.233.869.893	Rp (6.164.981.434)
11		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,3875	Rp 1.131.990.728	Rp (5.032.990.707)
12		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,3555	Rp 1.038.523.603	Rp (3.994.467.103)
13		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,3262	Rp 952.773.948	Rp (3.041.693.155)
14		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,2992	Rp 874.104.539	Rp (2.167.588.616)
15		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,2745	Rp 801.930.770	Rp (1.365.657.846)
16		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,2519	Rp 735.716.303	Rp (629.941.543)
17		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,2311	Rp 674.969.085	Rp 45.027.542
18		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,2120	Rp 619.237.693	Rp 664.265.235
19		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,1945	Rp 568.107.975	Rp 1.232.373.210
20		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,1784	Rp 521.199.977	Rp 1.753.573.187
21		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,1637	Rp 478.165.117	Rp 2.231.738.304
22		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,1502	Rp 438.683.593	Rp 2.670.421.897
23		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,1378	Rp 402.462.012	Rp 3.072.883.909
24		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,1264	Rp 369.231.204	Rp 3.442.115.113
25		Rp 3.170.129.564	Rp (249.110.800)	Rp 2.921.018.764	0,1160	Rp 338.744.224	Rp 3.780.859.337
						Rp 28.691.939.337	

Tabel 8. Aliran Kas Berdasarkan Beban Rencana tanpa AC

Tahun	Biaya	Alur Kas Masuk	Alur Kas Keluar	NCF	DF	PV NCF	Kumulatif PV NCF
0	Rp (8.310.360.000)	-	-	-	1	-	Rp (8.310.360.000)
1		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,91743	Rp 893.995.083	Rp (7.416.364.917)
2		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,84168	Rp 820.178.975	Rp (6.596.185.942)
3		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,77218	Rp 752.457.775	Rp (5.843.728.167)
4		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,70843	Rp 690.328.234	Rp (5.153.399.933)
5		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,64993	Rp 633.328.655	Rp (4.520.071.278)
6		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,59627	Rp 581.035.463	Rp (3.939.035.815)
7		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,54703	Rp 533.060.058	Rp (3.405.975.757)
8		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,50187	Rp 489.045.925	Rp (2.916.929.832)
9		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,46043	Rp 448.665.986	Rp (2.468.263.845)
10		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,42241	Rp 411.620.171	Rp (2.056.643.675)
11		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,38753	Rp 377.633.184	Rp (1.679.010.490)
12		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,35553	Rp 346.452.463	Rp (1.332.558.028)
13		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,32618	Rp 317.846.296	Rp (1.014.711.732)
14		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,29925	Rp 291.602.106	Rp (723.109.626)
15		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,27454	Rp 267.524.868	Rp (455.584.757)
16		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,25187	Rp 245.435.659	Rp (210.149.098)
17		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,23107	Rp 225.170.329	Rp 15.021.231
18		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,21199	Rp 206.578.284	Rp 221.599.515
19		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,19449	Rp 189.521.361	Rp 411.120.876
20		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,17843	Rp 173.872.808	Rp 584.993.684
21		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,16370	Rp 159.516.338	Rp 744.510.022
22		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,15018	Rp 146.345.264	Rp 890.855.287
23		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,13778	Rp 134.261.710	Rp 1.025.116.997
24		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,12640	Rp 123.175.881	Rp 1.148.292.878
25		Rp 1.057.558.240	Rp (83.103.600)	Rp 974.454.640	0,11597	Rp 113.005.395	Rp 1.261.298.274
						Rp 9.571.658.274	

### 3.6 Analisis Kelayakan Investasi

Analisis kelayakan investasi PLTS studi kasus gedung kuliah POLINKA ditentukan berdasarkan NPV, PI, DPP, dan ROR.

Perhitungan ditentukan oleh besar alur kas bersih (*Net Cash Flow*), faktor diskonto (*Discount Factor*) dan nilai sekarang alur kas bersih (*Present Value Net Cash Flow*).

Tabel 9. Hasil Perhitungan Analisis Kelayakan Investasi

No	Analisis	Hasil Perhitungan		Keterangan
		dengan AC	tanpa AC	
1.	NPV	Rp.3.780.859.337	Rp.1.261.298.274	Lebih besar dari 1
2.	PI	1,1518	1,1518	Lebih besar dari 1
3.	DPP	16 tahun 11 bulan 6 hari	16 tahun 11 bulan 6 hari	Kurang dari umur sistem yang direncanakan
4.	IRR	10,84%	10,84%	Lebih besar dari suku bunga yang digunakan

### 4. Kesimpulan

- Hasil perhitungan analisis kelayakan investasi perencanaan pembangunan PLTS pada gedung kuliah POLINKA dengan beban rencana menggunakan AC sebesar 56.763 watt dengan total beban 476.809 Wh selama 8 jam dinyatakan bahwa investasi PLTS ini layak. Dengan jumlah komponen PLTS yang dibutuhkan yaitu inverter 15 buah, SCC 210 buah, baterai 5040 buah, modul PV 2520 buah, menghasilkan daya 589.680 watt. Biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 24.911.080.000, biaya pemeliharaan dan operasional sebesar Rp. 249.110.800, dan biaya energi Rp. 2.616,13/kWh.
- Hasil perhitungan analisis kelayakan investasi perencanaan pembangunan PLTS pada gedung kuliah POLINKA dengan beban rencana tanpa menggunakan AC sebesar 18.963 watt dengan total beban 159.289 Wh selama 8 jam dinyatakan bahwa investasi PLTS ini layak. Dengan jumlah komponen PLTS yang dibutuhkan yaitu inverter 5 buah, SCC 70 buah, baterai 1680 buah, modul PV 840 buah menghasilkan daya 196.560 watt. Biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp. 8.310.360.000, biaya

pemeliharaan dan operasional sebesar Rp. 83.103.600, dan biaya energi Rp. 2.618,23/kWh.

- Jika dilihat hanya dari sisi ekonominya, energi baru terbarukan salah satunya PLTS biayanya masih tinggi dan tidak layak direalisasikan dibandingkan energi berbahan bakar fosil.
- Jika dalam pengambilan keputusan ditambahkan dari luar sisi ekonominya, seperti dari pengaruh lingkungan, pengaruh cadangan sumber daya alam dan dari segi manfaat jika subsidi dari pemerintah ke PT. PLN menjadi ke lembaga pendidikan yang membangun PLTS karena kelebihan biaya energi sistem PLTS maka perencanaan PLTS layak direalisasikan.

### Referensi

- [1] Hanna J.P. 2012. *Analisis Keekonomian Kompleks Perumahan Berbasis Energi Sel Surya (Studi Kasus : Perumahan Cyber Orchid Town Houses, Depok)*. Skripsi FT UI.
- [2] <http://www.rumusstatistik.com/2013/07/rata-rata-mean-atau-rataan.html>
- [3] Balalembang, J. 2013. Scribd [Online]. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) terpusat Pada Kampung Pucay Distrik Sentani Timur*. tersedia: <https://www.scribd.com/doc/136195115/Bab-1-5-Juianto#scribd>
- [4] Jati, I.N. 2011. *Studi Pemanfaatan PLTS Hibrid dengan PLN di Vila Adleson Ubud*. Denpasar. Tesis Universitas Udayan.
- [5] Liem Ek Bien, Ishak Kasim & Wahyu Wibowo, *Perancangan Sistem Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Jala-jalan Listrik PLN untuk Rumah Perkotaan, Jetri, Volume 8, Nomor 1, Agustus 2008, Halaman 37-56, ISSN 1412-0372*

- [ 6 ] Alwi Abubakar. 2013. *Ekonomi Teknik*. Bahan Ajar Magister Elektro Universitas Tanjungpura: ppt
- [ 7 ] Badan Meteorologi, Klimstologi dan Giofisika (BMKG), data lama penyinaran matahari, Ketapanga (KALBAR), 2015.

### **Biography**

*Yudi Chandra*, lahir di Ketapang (KAL-BAR), pada tanggal 23 September 1986, putra kedua dari empat bersaudara, pasangan Masyrum dan Suriyati. telah menempuh pendidikan formal, antara lain di SD Negeri 07 Ketapang (Tahun 1992-1998), SLTP Negeri 1 Ketapang (Tahun 1998-2001), dan SMK Negeri 2 Ketapang (Tahun 2001-2004). Setelah lulus dari SMK tahun 2004, Penulis melanjutkan pendidikan di Politeknik Negeri Pontianak (POLNEP) mengambil program Diploma Tiga (D-III) Jurusan Teknik Mesin (Tahun 2004-2007), kemudian melanjutkan ke program Diploma Empat (D-IV) Politeknik Negeri Bandung (POLBAN) Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan (Tahun 2007-2009). Pada akhir tahun 2012 Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S2 di Program Magister Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.