

## ANALISIS EKONOMI PADA PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DIGEDUNG RUMAH SAKIT MEDIKA DRAMAGA BOGOR

Muhammad Diaz Reynaldo Apriano<sup>\*)</sup>, Karnoto dan Enda Wista Sinuraya

Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>Email: [diazreynaldo204@gmail.com](mailto:diazreynaldo204@gmail.com)

### Abstrak

*Penggunaan teknologi sel surya sebagai sumber energi listrik di Indonesia masih sangat minim padahal potensi sumber energi matahari sangat melimpah. Hal ini sangat disayangkan karena sumber energi fosil semakin lama akan habis. Tugas akhir ini bertujuan menganalisa perencanaan sistem PLTS dari segi ekonomi dengan menggunakan software Retscreen. Metode yang digunakan untuk menganalisis biaya investasi dan arus kas selama investasi, yaitu Net Present Value (NPV), Benefit–Cost Ratio (B-CR), Payback Period (PBP), dan Internal Rate of Return (IRR). Hasil perhitungan analisis ekonomi teknik berdasarkan simulasi Retscreen menunjukkan penggunaan system PLTS pada Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga sangat layak. Hal ini dibuktikan dengan terpenuhinya seluruh parameter kelayakan investasi dengan nilai Net Present Value (NPV) sebesar Rp 4.223.379.970, lalu nilai perbandingan Benefit Cost Ratio (BCR) sebesar 2,1, dan Payback Period selama 7,938 tahun, serta Internal Rate of Return (IRR) sebesar 12,5%.*

**Kata kunci :** Retscreen, PVsyst, PLTS, NPV, B-CR, PBP, IRR

### Abstract

*The use of solar cell technology as a source of electrical energy in Indonesia is still very minimal even though the potential of solar energy sources is very abundant. This is unfortunate because fossil energy sources will be depleted. This final project aims to analyze the solar power plant system planning from an economic perspective using Retscreen Software. The methods used to analyze investment costs and cash flow during investments, namely Net Present Value (NPV), Benefit-Cost Ratio (B-CR), Payback Period (PBP), and Internal Rate of Return (IRR). The results of the calculation of technical economic analysis based on Retscreen simulations indicate that the use of the solar power plant system in Medika Dramaga Hospital is very feasible. This is due to the fulfillment fulfillment all of investment feasibility parameters with a Net Present Value (NPV) at Rp 4.223.379.970 then the value of Benefit Cost Ratio (BCR) at 2.1, and Payback Period is 7,938 years, and Internal Rate of Return (IRR) at 12.5%.*

**Keywords:** Retscreen, PVsyst, NPV, B-CR, PBP, IRR

### 1. Pendahuluan

Tingginya tingkat emisi rumah kaca dan berkurangnya jumlah energi fosil, mendorong dunia dan tentunya pemerintah dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi, hal tersebut dituangkan dalam PP No. 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional dengan minimal target bauran energi baru terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 dan sebesar 31% pada tahun 2050[1]. Dengan segala potensi sumber daya yang dimiliki Indonesia, target tersebut sangat mungkin untuk direalisasikan.

Total potensi energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan di Indonesia adalah sebesar 417,8 GW dari berbagai variasi EBT dengan potensi sebesar itu, Indonesia hanya

mampu merealisasikan pemanfaatan EBT untuk pembangkit listrik sebesar 10,467 GW atau 14,69% dari total kapasitas pembangkit ekuivalen 71 GW di tahun 2020. Minimnya pemanfaatan EBT untuk ketenagalistrikan disebabkan kurangnya dukungan dan perhatian terhadap pemanfaatan EBT menyebabkan Pembangkit EBT sulit bersaing dengan pembangkit fosil terutama batubara dan menghambat pengembangan energi terbarukan[2].

Kondisi cadangan energi fosil seperti batubara, minyak dan gas bumi yang terus berkurang diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 11 hingga 70 tahun kedepan. Dengan segala ancaman ketahanan energi seharusnya pemerintah Indonesia dapat mengantisipasi dengan lebih

meningkatkan penggunaan energi baru terbarukan (EBT). Potensi sumber daya energi baru terbarukan yang paling mungkin dimanfaatkan dari segi jumlah antara lain; tenaga air, Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC), tenaga surya dan biomassa.

Untuk itu diperlukan upaya-upaya pemanfaatan teknologi yang mampu memajukan penggunaan energi baru terbarukan yang ramah lingkungan. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu pemanfaatan teknologi sel surya yang mendukung penggunaan energi baru terbarukan, dengan matahari sebagai sumber energi primer[3].

Potensi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia sangat lah besar mengingat Indonesia berada di garis khatulistiwa yang memaksimalkan faktor-faktor utama seperti Intensitas dan Sudut Penyerapan[4]. Dengan pemilihan sistem yang tepat, PLTS mampu memberikan banyak manfaat baik secara fungsi dan ekonomis[5].

## 2. Metode

### 2.1. Teknik Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi

Aplikasi prinsip-prinsip ekonomi teknik tidak hanya dibutuhkan dalam analisis kelayakan ekonomi proyek-proyek keteknikan tetapi juga dapat membantu dalam pengambilan keputusan untuk hal-hal yang bersifat pribadi yang akan memberi dampak finansial di masa yang akan datang[6].

#### 2.1.1. Net Present Value (NPV)

Metode ini menyatakan proyeksi *cashflow* di masa depan ke dalam nilai sekarang yang ekuivalen atau didiskontokan dengan suatu tingkat suku bunga yang dijadikan dasar perbandingan.

Suatu *cash flow* investasi terdiri dari *cash-in* dan *cash-out*. *Cash-flow* yang benefit saja perhitungannya disebut dengan *Present Worth of Benefit (PWB)*, sedangkan jika yang diperhitungkan hanya *cash-out (cost)* disebut dengan *Present Worth of Cost (PWC)*. menggunakan tingkat bunga yang sesuai, NPV dapat diperoleh dari PWB-PWC[7].

Untuk menghitung *Net Present Value (NPV)* dipergunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} PWB &= \sum Cb(FBP)_t \\ PWC &= \sum Cc(FBP)_t \\ NPV &= PWB - PWC \end{aligned} \quad (2.1)$$

Keterangan :

Cb = Cash flow benefit

Cc = Cash flow cost

FBP = Faktor Bunga Present

t = Periode waktu

n = Umur investasi

Kriteria pengambilan keputusan apakah usulan investasi layak diterima atau layak ditolak adalah sebagai berikut:

- Jika nilai NPV yang didapatkan adalah positif maka proyek tersebut layak dilaksanakan karena hal itu mengindikasikan bahwa perhitungan investasi proyek itu telah mencapai kondisi yang mampu memberi keuntungan sampai periode yang diperhitungkan.
- Jika nilai NPV yang didapatkan adalah negatif maka proyek tersebut tidak layak dilaksanakan karena hal itu mengindikasikan bahwa perhitungan investasi proyek itu belum mencapai kondisi yang mampu memberi keuntungan sampai periode yang diperhitungkan.

#### 2.1.2. Benefit – Cost Ratio (B-CR)

Metode *benefit cost ratio (BCR)* adalah salah satu metode yang sering digunakan dalam tahap-tahap evaluasi awal perencanaan investasi atau sebagai analisis tambahan dalam rangka memvalidasi hasil evaluasi yang telah dilakukan dengan metode lainnya. Metode BCR ini memberikan penekanan terhadap nilai perbandingan antara aspek manfaat (*benefit*) yang akan diperoleh dengan aspek biaya dan kerugian yang akan ditanggung (*cost*) dengan adanya investasi tersebut[7].

$$\text{Rumus umum BCR} = \frac{\text{benefit}}{\text{cost}} \quad (2.2)$$

Jika analisis dilakukan terhadap *present*

$$BCR = \frac{PWB}{PWC} \text{ atau } \frac{\sum_{t=0}^n Cb_t(FBP)_t}{\sum_{t=0}^n Cc_t(FBP)_t} \quad (2.3)$$

Jika analisis dilakukan terhadap *annual*

$$BCR = \frac{EUAB}{EUAC} \text{ atau } \frac{\sum_{t=0}^n Cb_t(FBA)_t}{\sum_{t=0}^n Cc_t(FBA)_t} \quad (2.4)$$

Untuk mengetahui apakah suatu rencana investasi layak ekonomis atau tidak setelah melalui metode ini adalah :

Jika :

$BCR \geq 1$  maka investasi layak (*feasible*)

$BCR < 1$  maka investasi tidak layak (*unfeasible*)

#### 2.1.3. Metode Payback Period (PBP)

Analisis *Payback Period* pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi pulang pokok (*break*

even-point)[8]. Lamanya periode pengembalian (k) saat kondisi BEP adalah:

$$k_{(PP)} = \sum_{t=0}^k CF_t \geq 0 \quad (2.5)$$

Keterangan :

K = periode pengembalian  
 $CF_t$  = cash flow periode ke t

jika komponen *cash flow benefit* dan *cost*-nya telah didiskontokan, maka formulanya menjadi:

$$PBP = Tp - 1 + \frac{\sum_{i=0}^n Ii \sum_{i=0}^n Bicp - 1}{Bp} \quad (2.8)$$

Keterangan:

PBP = Payback period PBP  
 $Tp - 1$  = tahun sebelum terdapat  
 $Ii$  = jumlah investasi yang telah didiskontokan  
 $Bicp - 1$  = jumlah benefit yang telah didiskontokan sebelum payback period  
 $Bp$  = benefit pada payback period berada

Dalam merode *Payback Period* ini rencana investasi dikatakan layak (*feasible*) Jika periode pengembalian sama atau bahkan kurang dari waktu proyek dan sebaliknya jika kondisi tersebut tidak tercapai maka investasi dapat dikatakan tidak layak (*unfeasible*).

### 2.1.4. Internal Rate of Return (IRR)

Metode IRR mengevaluasi Investasi dengan menjelaskan seberapa Kemampuan *cash-flow* dalam mengembalikan modalnya. Metode IRR menghasilkan nilai suku bunga yang menyebabkan NPV sama dengan nol[8].

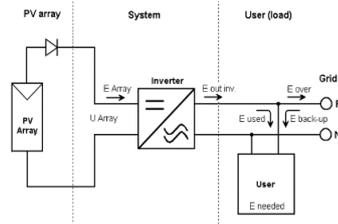
## 3. Hasil dan Analisis

### 3.1. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

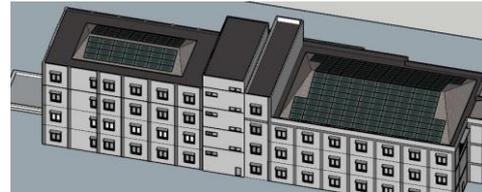
Dalam perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Rumah Sakit Medika Dramaga dilakukan identifikasi letak astronomis[9]. Perkiraan beban harian juga digunakan dalam perhitungan potensi serta perancangan sistem PLTS yang digunakan.

#### 3.1.1. Sistem PLTS

Sistem PLTS yang akan diimplementasikan pada lokasi penelitian adalah menggunakan sistem *On Grid*. Sistem on grid adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung ke *grid*, sistem ini juga biasa disebut dengan sistem grid-connected[10].



Gambar 1. Konfigurasi Sistem On-Grid



Gambar 2. Visualisasi Bangunan Penelitian

### 3.1.2. Komponen Utama Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Dalam pembuatan rancangan PLTS Rumah Sakit Medika Dramaga Bogor, diperlukan beragam komponen pendukung yang baik untuk mengoptimalkan kinerja sistem PLTS tersebut.

#### 3.1.2.1 Panel Surya

Dalam perencanaan ini akan menggunakan panel surya 460 Wp sebanyak 428 buah. Karena maksimal produksi energi adalah 197 kWp maka produksi saat kondisi normal (STC) akan berada di range 183 – 197 kW. Jenis panel surya yang dipilih dalam perencanaan sistem PLTS di lokasi ini adalah panel surya dengan merk Austa dengan tipe ODA-460-36-MH. Panel surya ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Panel Surya Austa ODA-460-36-MH

Spesifikasi	Nilai
Cell Type	Monocrystalline
Daya Maksimum ( $P_{max}$ )	460 Wp
Tegangan Rangkaian Terbuka ( $V_{oc}$ )	50,7 V
Arus Hubung Singkat ( $I_{sc}$ )	11,63 A
Tegangan Maksimum ( $V_{mp}$ )	41,8 V
Arus Maksimum ( $I_{mp}$ )	11,01 A
Modul Efisiensi	20,71 %
Dimensi (mm x mm x mm)	2115 x 1050 x 40 mm
Massa	23,5 Kg
Temperatur Kerja	-40~85°C

#### 3.1.2.2 Inverter

Inverter adalah salah satu komponen sistem PLTS yang penting untuk diperhatikan dengan baik spesifikasinya. Alat ini akan mengubah arus DC (*direct current*) yang dihasilkan dari panel surya menjadi arus AC (*alternating current*) untuk digunakan oleh peralatan pada umumnya[11]. Inverter yang akan digunakan dalam

perancangan sistem PLTS ini adalah jenis *Grid Tie Inverter* dengan merk *Inverter Brightway BWI-GT200K*. Pemilihan *inverter* jenis ini dengan pertimbangan karena spesifikasi dari *inverter* ini dapat terhubung dengan jaringan listrik PLN, sehingga dapat menentukan kapan harus mengambil listrik dari PLN dan kapan memasok listrik hasil PLTS ke jaringan PLN[12].

**Tabel 2. Spesifikasi Inverter Brightway BWI-GT200K**

Spesifikasi	Nilai
Daya Keluaran	200 kW
Daya DC input Maksimal	220 kWp
Tegangan DC input Maksimal	850 Vdc
Tegangan MPPT	450~800 Vdc
Input MPPT	4 MPPT
Arus Masukan Maksimal	489 A
Arus Harmonisa THD	Dibawah 3%
Faktor Daya	Diatas 0.9
Tegangan Grid diizinkan	310 ~ 450 Vac
Frekuensi Grid diizinkan	47.5~51.5 / 57.5~61.5 Hz
Efisiensi	96.5%

**3.2. Perhitungan Investasi Sistem PLTS**

**Tabel 3. Perhitungan Biaya Investasi Awal Sistem PLTS**

Nama Komponen	Jumlah	Harga	Total Harga
Austa Panel Surya ODA-460-36-MH	428	Rp. 4.600.000	Rp. 1.968.800.000
Biaya Pengiriman Panel Surya	1	Rp. 41.088.000	Rp. 41.088.000
Mounting Rail	900	Rp. 62.500	Rp. 56.250.000
Biaya pengiriman Mounting Rail	1	Rp. 8.100.000	Rp. 8.100.000
Baja Penyangga Kabel Listrik NYFGBY 3 x 50 mm	73	Rp. 121.542	Rp. 8.872.566
Kabel NYY 4 x 240 mm	500	Rp. 244.200	Rp. 122.100.000
Kabel NYY 35 mm	50	Rp. 1.264.355	Rp. 63.217.750
Kabel Listrik	100	Rp. 68.000	Rp. 6.800.000
Pengiriman Kabel Listrik	1	Rp. 500.000	Rp. 500.000
Grounding Rod	3	Rp. 1.120.000	Rp. 3.360.000
Pengiriman Grounding Rod	1	Rp. 300.000	Rp. 300.000
SPD DC 2P 100V FUNELEC	31	Rp. 150.000	Rp. 4.650.000
Pengiriman SPD DC	1	Rp. 80.000	Rp. 80.000
MCB DC 16 A TOMZIN	31	Rp. 108.000	Rp. 3.348.000
Pengiriman MCB DC	1	Rp. 80.000	Rp. 80.000
MCCB AC 400A Schneider	1	Rp. 3.400.000	Rp. 3.400.000
Pengiriman MCCB AC	1	Rp. 63.000	Rp. 63.000
Mid Clamp	760	Rp. 15.000	Rp. 11.400.000
End Clamp	220	Rp. 15.000	Rp. 3.300.000
L feet	856	Rp. 15.000	Rp. 12.840.000
Pengiriman Clamp dan L feet	1	Rp. 2.754.000	Rp. 2.754.000
Inverter BWI-GT200K	2	Rp. 212.520.997	Rp. 425.041.994
Pengiriman BWI-GT200K	1	Rp. 44.590.398	Rp. 44.590.398
Pajak Inverter	1	Rp. 124.669.868	Rp. 124.669.868
Pengambungan EXIM	1	Rp. 1.750.000	Rp. 1.750.000
Pemasangan	1	Rp. 437.606.336	Rp. 437.606.336
<b>Total Biaya Investasi</b>			<b>Rp. 3.354.981.912</b>

Biaya investasi awal untuk rancangan sistem PLTS di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga mencakup: biaya seluruh komponen sistem PLTS, biaya pengiriman komponen, dan biaya pemasangan sistem PLTS. Biaya pemasangan rak panel sudah termasuk dalam biaya pemasangan sistem PLTS, dimana biaya instalasi PLTS diperhitungkan sebesar 10 – 15% dari total investasi awal[13].

Adapun Tabel 3 di bawah akan mencakup keseluruhan jenis biaya investasi sistem PLTS yang akan dirancang di Rumah Sakit Medika Dramaga.

**3.3. Pengolahan Data Biaya Sistem PLTS**

Besar biaya operasional dan pemeliharaan setiap tahun ditetapkan 1% dari total biaya investasi awal yang sudah dihitung pada Tabel 4.1 sebesar Rp. 3.354.981.912 Biaya operasional dan pemeliharaan ini dianggap mencakup biaya pemeliharaan dan pemeriksaan komponen sistem PLTS.

Rincian biaya operasional dan pemeliharaan setiap tahunnya untuk sistem PLTS menggunakan data pada *software RetScreen* dapat dilihat pada gambar 3 berikut :

Annual costs (credits)	Unit	Quantity	Unit cost	Amount
O&M Panel Surya	cost	1	IDR 20.096.800	IDR 20.096.800
O&M Inverter	cost	1	IDR 5.943.023	IDR 5.943.023
O&M Rak Penyangga Panel Surya	cost	1	IDR 1.035.166	IDR 1.035.166
O&M Proteksi	cost	1	IDR 116.210	IDR 116.210
O&M Kabel	cost	1	IDR 1.921.178	IDR 1.921.178
O&M Pembumihan Panel Surya	cost	1	IDR 36.600	IDR 36.600
<b>Total annual costs</b>				<b>IDR 29.151.057</b>

**Gambar 3. Biaya Tahunan Simulasi RetScreen**

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E Load	E User	E_Grid
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	MWh	MWh
January	141.1	24.90	135.2	129.2	22.58	70.58	20.96	0.413
February	146.4	25.40	141.3	135.5	23.58	63.38	21.30	1.151
March	142.3	24.90	139.3	133.5	23.30	70.11	21.45	0.687
April	146.7	25.80	146.3	140.3	24.52	67.71	22.72	0.675
May	147.3	25.50	149.3	143.4	25.08	70.58	23.38	0.555
June	148.5	24.30	151.5	145.7	25.61	67.71	24.28	0.257
July	160.0	23.80	162.7	156.7	27.51	70.11	25.78	0.572
August	170.8	23.80	171.6	165.5	28.94	70.58	27.26	0.458
September	177.6	25.20	176.3	169.7	29.54	67.23	27.44	0.886
October	188.2	27.00	182.9	176.1	30.37	70.58	28.34	0.740
November	174.3	26.80	167.1	159.9	27.80	68.18	26.07	0.546
December	145.7	26.40	138.7	132.3	23.08	69.63	21.35	0.553
Year	1888.9	25.31	1862.1	1787.9	311.90	826.37	290.33	7.432

**Gambar 4. Hasil Simulasi Pvsyst**

Dari hasil simulasi *software PVsyst* maka dapat diketahui pendapatan yang didapat dari penjualan energi listrik yang disalurkan ke PLN dengan tarif 65% dari harga yang berlaku[14]. Hasil perhitungan pendapatan energi listrik yang dapat disalurkan ke sistem jaringan listrik PLN selama 1 tahun dapat dilihat pada tabel 4.

Penghematan energi listrik dilakukan dengan menbandingkan hasil *E Load* dan *E User* yang sudah ada pada gambar 4 Hasil penghematan selama satu tahun dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 4. Perhitungan Penghematan Energi Listrik

Bulan	kWh Hemat	Pendapatan (Rp.)
Januari	20.960	Rp. 30.280.912
Februari	21.300	Rp. 30.772.110
Maret	21.450	Rp. 30.988.815
April	22.720	Rp. 32.823.584
Mei	23.380	Rp. 33.777.086
Juni	24.280	Rp. 35.077.316
Juli	25.780	Rp. 37.244.366
Agustus	27.260	Rp. 39.382.522
September	27.440	Rp. 39.642.568
Oktober	28.340	Rp. 40.942.798
November	26.070	Rp. 37.663.329
Desember	21.350	Rp. 30.844.345
<b>Jumlah</b>	<b>290.330</b>	<b>Rp. 419.439.751</b>

Tabel 5. Perhitungan Penjualan Energi Listrik yang disalurkan Ke PLN

Bulan	KWh Jual	Pendapatan (Rp. )
Januari	413	Rp. 387.830
Februari	1.151	Rp. 1.080.852
Maret	687	Rp. 645.131
April	675	Rp. 633.862
Mei	555	Rp. 521.176
Juni	257	Rp. 241.337
Juli	572	Rp. 537.139
Agustus	458	Rp. 430.087
September	886	Rp. 832.003
Oktober	740	Rp. 694.901
November	546	Rp. 512.724
Desember	553	Rp. 519.297
<b>Jumlah</b>	<b>7.492</b>	<b>Rp. 7.035.400</b>

Tabel 6. Perhitungan Penghematan Setelah PLTS Terpasang

Bulan	kWh Sebelum ada PLTS	Pembayaran sebelum ada PLTS	kWh setelah ada PLTS	Pembayaran setelah ada PLTS
Jan	73.090	Rp. 105.593.123	51.717	Rp. 74.924.381
Feb	72.443	Rp. 104.658.402	49.992	Rp. 72.805.440
Mar	70.142	Rp. 101.334.147	48.005	Rp. 69.700.201
Apr	76.307	Rp. 110.240.723	52.912	Rp. 76.783.277
Mei	67.214	Rp. 97.104.066	43.279	Rp. 62.805.804
Jun	73.133	Rp. 105.655.245	48.596	Rp. 70.336.592
Jul	73.833	Rp. 106.666.535	47.481	Rp. 68.885.030
Agus	72.473	Rp. 104.701.743	44.755	Rp. 64.889.134
Sept	72.003	Rp. 104.022.734	43.677	Rp. 63.548.163
Okt	69.879	Rp. 100.954.191	40.799	Rp. 59.316.492
Nov	69.343	Rp. 100.179.832	42.727	Rp. 62.003.779
Des	70.086	Rp. 101.253.244	48.183	Rp. 69.889.602
<b>Jumlah</b>	<b>859.94</b>	<b>Rp. 1.242.362.542</b>	<b>562.123</b>	<b>Rp. 815.887.391</b>
	<b>5</b>			

3.4. Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi

Arus kas masuk tahunan PLTS yang akan dirancang di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga didapatkan dari penjualan kelebihan energi listrik produksi tahunan PLTS dengan harga jual ke PLN sebesar Rp. 939,055 /kWh dan penghematan listrik. Penghematan listrik diperoleh dari setelah teasang PLTS dan sebelum terpasang PLTS dengan penghematan sebesar 297.822 kWh setiap tahun. Untuk arus kas keluar tahunannya PLTS diperhitungkan sebesar Rp. 29.151.057 untuk biaya pemeliharaan dan

operasional. Karena ini merupakan investasi yang tidak sebentar dengan biaya investasi yang tidak sedikit, maka diperlukan penyesuaian harga setiap tahunnya sesuai dengan keadaan ekonomi. Maka dibutuhkan data tingkat inflasi sebagai acuan perkiraan arus kas pada tahun berjalan dan *Factor Bunga Present* (FBP) sebagai acuan perkiraan nilai uang yang akan datang terhadap nilai kini[15].

Besar nilai FBP dipengaruhi tingkat diskonto (i) yang dipergunakan untuk menghitung nilai sekarang, pada penelitian ini adalah sebesar 4,25%, sementara tingkat inflasi yang dipergunakan sebesar 1,37%. Penentuan tingkat diskonto beserta tingkat inflasi mengacu pada data di laman resmi Bank Indonesia per Maret 2021.

Tabel 7. Arus Kas Perencanaan Sistem PLTS Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga dengan Harga Jual Energi Rp. 939,055/kWh

Tahun	Present Worth Benefit	Present Worth Cost	Arus Kas Bersih
0	Rp0	Rp3.354.981.912	-Rp3.354.981.912
1	Rp417.296.118	Rp28.523.638	Rp408.807.167
2	Rp408.314.646	Rp27.909.723	Rp408.365.905
3	Rp399.526.482	Rp27.309.022	Rp414.001.355
4	Rp390.927.466	Rp26.721.249	Rp419.714.574
5	Rp382.513.527	Rp26.146.127	Rp425.506.635
6	Rp374.280.681	Rp25.583.384	Rp431.378.626
7	Rp366.225.031	Rp25.032.752	Rp437.331.651
8	Rp358.342.762	Rp24.493.972	Rp443.366.828
9	Rp350.630.144	Rp23.966.788	Rp449.485.290
10	Rp343.083.525	Rp23.450.950	Rp455.688.187
11	Rp335.699.332	Rp22.946.215	Rp461.976.684
12	Rp328.474.069	Rp22.452.343	Rp468.351.963
13	Rp321.404.315	Rp21.969.101	Rp474.815.220
14	Rp314.486.724	Rp21.496.259	Rp481.367.670
15	Rp307.718.020	Rp21.033.595	Rp488.010.544
16	Rp301.094.999	Rp20.580.888	Rp494.745.089
17	Rp294.614.526	Rp20.137.926	Rp501.572.571
18	Rp288.273.532	Rp19.704.497	Rp508.494.273
19	Rp282.069.015	Rp19.280.396	Rp515.511.494
20	Rp275.998.038	Rp18.865.424	Rp522.625.552
21	Rp270.057.727	Rp18.459.383	Rp529.837.785
22	Rp264.245.270	Rp18.062.081	Rp537.149.546
23	Rp258.557.914	Rp17.673.331	Rp544.562.210
24	Rp252.992.967	Rp17.292.948	Rp552.077.169
25	Rp247.547.794	Rp16.920.751	Rp559.695.834
<b>Total</b>	<b>Rp8.134.374.624</b>	<b>Rp3.910.994.654</b>	<b>Rp11.928.439.822</b>

Financial viability		
Pre-tax IRR - equity	%	12,5%
Pre-tax IRR - assets	%	12,5%
Simple payback	yr	8,4
Equity payback	yr	7,9
Net Present Value (NPV)	IDR	4.223.379.970
Annual life cycle savings	IDR/yr	259.318.044
Benefit-Cost (B-C) ratio		2,3
Debt service coverage		No debt
GHG reduction cost	IDR/tCO <sub>2</sub>	No reduction

Gambar 5. Hasil Simulasi RetScreen

Dengan NPV yang bernilai Rp 4.223.379.970 (>0), B-CR yang bernilai 2,1 (>1), PBP yang bernilai 7,9 (< umur investasi) yaitu 25 tahun, serta IRR yang bernilai 12,5% menunjukkan bahwa investasi PLTS yang akan dirancang di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga layak dilaksanakan.. Hasil analisis kelayakan investasi dengan

ketiga teknik analisis dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

**Tabel 8. Analisis Kelayakan Investasi PLTS dengan Harga Jual Energi PLN Rp. 939,055/kWh**

No.	Analisis Kelayakan	Kriteria Kelayakan	Hasil Analisis Investasi	Kesimpulan
1.	Net Present Value (NPV)	Layak (NPV > 0) Tidak Layak (NPV < 0)	Rp 4.223.379.970	Investasi dianggap <b>layak</b> diinvestasikan karena nilai NPV selama umur proyek lebih besar dari 0.
2.	Benefit Cost Ratio (BCR)	Layak (B-CR ≥ 1) Tidak Layak (B-CR < 1)	2,1	Investasi dianggap <b>layak</b> diinvestasikan karena rasio investasi dan pendapatan bernilai lebih dari 1.
3.	Payback Period (PBP)	Layak (PBP lebih pendek sama dengan umur proyek) Tidak Layak (PBP lebih panjang dari umur proyek)	7,938	Karena PBP kurang dari umur proyek, sehingga dikatakan <b>layak</b> .
4.	Internal Rate of Return (IRR)	Layak (IRR lebih besar sama dengan tingkat diskonto) Tidak Layak (IRR lebih kecil dari tingkat diskonto)	12,5	Karena IRR lebih dari tingkat diskonto maka investasi dianggap <b>layak</b>

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis ekonomi PLTS yang dilakukan di Rumah Sakit Medika Dramaga, maka dapat disimpulkan bahwa biaya investasi awal yang dikeluarkan untuk perencanaan sistem PLTS di Gedung Rumah Sakit Medika Dramaga adalah sebesar Rp. 3.354.981.912. Total cashflow benefit selama 25 tahun sebesar Rp.8.134.374.624. Setelah dilakukan perhitungan analisis ekonomi untuk sistem PLTS yang akan dirancang dinyatakan layak untuk diinvestasikan, karena pendapatan yang didapat dari penjualan energi listrik dengan harga jual energi listrik ke PLN sebesar Rp. 939,055/kWh mampu menutup biaya investasi. Berdasarkan hasil perhitungan dari simulasi RetScreen nilai sekarang arus kas bersih PLTS akan mengembalikan biaya investasi pada tahun ke-7,9.

#### Referensi

- [1]. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional.
- [2]. S. N. Qodriyatun, "Green Energy dan Target Pengurangan Emisi," *Kaji. Singk. Terhadap Isu Aktual dan Strateg.*, vol. 13, no. 6, pp. 13–18, 2021.
- [3]. Panduan Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) fotovoltaik. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.. SNI 8395:2017. 2017 .
- [4]. M. R. Patel, "Wind and solar power systems: Design, analysis, and operation, second edition," *Wind Sol. Power Syst. Des. Anal. Oper. Second Ed.*, pp. 1–448, 2005, doi: 10.2134/jeq2006.0001br.
- [5]. Suriadi dan M. Syukri, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( PLTS ) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh," vol. 9, no. 2, 2010.
- [6]. P. Prof. Ir. Salengke, M.Sc., DRAF BUKU AJAR MATAKULIAH EKONOMI TEKNIK DISUSUN. 2011.
- [7]. Giatman, Muhammad. *Ekonomi Teknik*. Jakarta, PT Raja Grafindo Persada. 2006.
- [8]. Y. A. Messah, J. J. S. Pah, and R. A. Putri, "STUDI KELAYAKAN FINANSIAL INVESTASI PERUMAHAN UME," vol. IV, no. 2, pp. 119–132, 2018.
- [9]. NASA, "NASA Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER) Higher Resolution Daily Time Series Climatology Resource for SSE Renewable Energy." [Online]. Tersedia: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Diakses: April-08-21.
- [10]. SNI and BSN, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011," vol. 2011, no. Puil, 2011.
- [11]. W. Bambang, "Pedoman Prototipe Energi Terbarukan Tenaga Surya Di Puskesmas i," 2019.
- [12]. A. Sangwongwanich, Y. Yang, D. Sera, and F. Blaabjerg, "Lifetime Evaluation of Grid-Connected PV Inverters Considering Panel Degradation Rates and Installation Sites," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 33, no. 2, pp. 1125–1236, 2018, doi: 10.1109/TPEL.2017.2678169.
- [13]. S.G., Ramadhan dan Ch. Rangkuti, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti, " Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, 2016.
- [14]. ESDM, "Peraturan Menteri ESDM Nomor 49 Thn 2018 Tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap oleh Konsumen PT. PLN (Persero)," p. 18, 2018.
- [15]. S., Widodo, "Beberapa Permasalahan dalam Penganggaran Modal," vol. 25, no. 2, pp. 233–241, 2013.