

ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN SISTEM ON GRID PADA PONDOK PESANTREN TANBIHUL GHOFILIN KABUPATEN BANJARNEGARA

Ayu Inka Avinda^{*)}, Karnoto dan Darjat

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

^{*)} E-mail: ayuinka.avindaa@gmail.com

Abstrak

Energi merupakan faktor penting dalam keberadaan manusia karena hampir setiap aktivitas dalam kehidupan manusia sangat bergantung pada pasokan energi yang cukup. Masa depan masyarakat saat ini masih bergantung pada bahan bakar fosil. Sumber bahan bakar fosil ini sangat penting dan memiliki kemampuan untuk memenuhi kebutuhan energi manusia. Minimnya penggunaan energi surya sebagai sumber listrik disebabkan oleh biaya produksi pembangkit listrik tenaga surya yang relatif tinggi sehingga sulit bersaing dengan pembangkit yang menggunakan bahan bakar fosil, khususnya batubara. Banjarnegara merupakan daerah yang mempunyai sinar matahari yang cukup untuk menjadi potensi energi terbarukan dengan iradiasi rata-rata 4,86 kWh/m²/hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui investasi awal dari perancangan pembangkit listrik tenaga surya serta mengetahui kelayakan investasi PLTS ditinjau dari segi ekonomis pada lokasi penelitian. Dengan menggunakan perangkat lunak Retscreen 8.0.1.31 perancangan pembangkit listrik tenaga surya ini menghasilkan kelayakan dari segi ekonomis NPV tertinggi sebesar Rp 361.429.602 serta nilai balik modal tercepat 4,4 tahun.

Kata kunci: Ekonomis, PLTS, Retscreen, Energi Surya, Kelayakan Investasi PLTS

Abstract

Energy is an important factor in human existence because almost every activity in human life is highly dependent on an adequate supply of energy. The future of today's society still depends on fossil fuels. This fossil fuel source is very important and has the ability to meet human energy needs. The lack of use of solar energy as a source of electricity is caused by the relatively high production costs of solar power plants, making it difficult to compete with plants that use fossil fuels, especially coal. Banjarnegara is an area that has sufficient sunlight to become a potential renewable energy with an average irradiation of 4.86 kWh/m²/day. The purpose of this study was to determine the initial investment in the design of solar power plants and to determine the feasibility of PLTS investment in terms of economics at the research site. Through Retscreen 8.0.1.31, the design of this solar power plant resulted in the economic feasibility of the highest NPV of Rp 361.429.602 and the fastest return on investment of 4.4 years.

Keywords: Economical, PLTS, Retscreen, Solar Energy, PLTS Investment Feasibility

1. Pendahuluan

Energi merupakan faktor penting dalam keberadaan manusia, karena hampir setiap aktivitas dalam kehidupan manusia sangat bergantung pada pasokan energi yang memadai. Masa depan masyarakat saat ini masih bergantung pada sumber energi fosil. Sumber energi fosil ini berukuran besar dan mampu memenuhi kebutuhan energi manusia.

Produksi energi fosil yang semakin berkurang khususnya minyak bumi serta komitmen global dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. Indonesia, memiliki total potensi energi terbarukan ekuivalen sebesar 442 GW yang dapat

digunakan untuk pembangkit listrik, sedangkan untuk pemanfaatannya di tahun 2018 hanya sebesar 8,8 GW atau 0,019% dari total potensi energi terbarukan. Energi surya merupakan potensi energi terbarukan terbesar yaitu sebesar 207,8 GWp. [1].

Berdasarkan kondisi yang sudah dijelaskan sebelumnya, sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi, penulis merencanakan inisiasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi listrik terbarukan yang dimaksudkan untuk penghematan penggunaan energi fosil dan pengurangan emisi gas sehingga ramah lingkungan serta dapat diimplementasikan di Pondok Pesantren Tanbihul

Ghofiliin, Kabupaten Banjarnegara. Dengan memanfaatkan sinar matahari untuk PLTS maka Pondok Pesantren Tanbihul Ghofiliin ikut mendukung kebijakan pemerintah dalam menerapkan energi terbarukan.

Penelitian yang sejenis telah dilakukan oleh Darell Mahardika dengan judul “Studi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Rooftop* Kapasitas 1200 Wp dengan Sistem *on Grid* pada PT. BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara ditinjau dari Teknis dan Ekonomi Teknik dengan Menggunakan *Software Pvsyst 7.0* dan *Retscreen 6.0.7*” [2]. Membahas mengenai perancangan PLTS 1200 Wp dari segi teknis dan ekonomi teknik. Dari pembahasan didapat bahwa ke empat variasi yang digunakan, investasi yang paling layak terdapat pada variasi 4 dengan perolehan nilai NPV sebesar Rp 9.023.991, nilai BCR sebesar 1,33 dan *payback period* selama 12,26 tahun.

PLTS adalah sistem pembangkit listrik memanfaatkan radiasi matahari menggunakan konversi energi dari sel fotovoltaik. Sistem fotovoltaik mengubah iradiasi matahari menjadi energi listrik [3]. PLTS yang digunakan pada penelitian ini adalah PLTS dengan sistem *on Grid* atau terhubung ke jala – jala PLN Panel Surya mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan panel surya memiliki arus listrik searah (DC) [4]. Oleh karena itu perlu mengubah arus searah menjadi arus listrik bolak-balik (AC) menggunakan *inverter*. Pada PLTS, *inverter* bertindak sebagai sistem kontrol dan kondisi daya membantu mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh modul surya menjadi arus bolak-balik (AC), yang akan mengontrol kualitas daya yang dilepaskan ke beban. atau jaringan listrik [5] [6]. *Inverter* konfigurasi dibedakan menjadi tiga, yaitu *central inverter*, *string inverter*, dan *micro inverter* [7]. Sistem pengkabelan PLTS menggunakan kabel DC dan AC sedangkan sistem proteksi PLTS menggunakan MCB dan SPD. Ukuran dari konduktor kabel, MCB dan SPD dipilih berdasarkan buku NEC 2017 [8], PUIL 2011 [9], dan Buku Panduan Instalasi PLTS Do’s and Don’ts [10].

2. Metode

2.1 Aspek Biaya

2.1.1 Biaya Investasi

Biaya investasi PLTS merupakan penjumlahan dari biaya komponen utama dan komponen pendukung. Pada komponen utama PLTS terdiri dari panel surya dan *inverter*. Komponen pendukung PLTS terdiri dari penyangga panel surya, kabel, proteksi, pembumian (*grounding*), dan jasa serta lainnya.

2.1.2 Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Perolehan biaya operasional dan pemeliharaan setiap tahunnya untuk PLTS pada umumnya diperhitungkan

sebesar 1-2% dari total biaya investasi awal untuk komponen sistem PLTS [11]. Adapun besar biaya operasional dan pemeliharaan (O&M) per tahun untuk PLTS adalah sebagai berikut.

$$O\&M = 1\% \times \text{biaya komponen sistem (Rp)} \quad (1)$$

2.1.3 Faktor Diskonto

Faktor diskonto atau faktor bunga *present* adalah faktor yang digunakan untuk menilai-sekarangkan penerimaan – penerimaan di masa mendatang sehingga dapat dibandingkan dengan pengeluaran pada masa sekarang [12]. Adapun rumus faktor bunga *present* adalah sebagai berikut.

$$FBP = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (2)$$

Dimana:

FBP	=	Faktor bunga <i>present</i>
i	=	Tingkat diskonto
n	=	Periode dalam tahun (umur investasi)

2.2 Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi bertujuan menilai kelayakan ekonomi dari suatu rencana investasi teknis dengan melakukan pendalaman berbagai alternatif yang dianggap paling menguntungkan. Pendalaman ini membutuhkan pengetahuan tentang aspek teknis dan kinerja ekonomi yang harus dievaluasi. Secara umum, ada beberapa hal yang perlu dilakukan untuk mengevaluasi kinerja [13] yaitu estimasi modal investasi awal, estimasi dari biaya operasional dan *maintenance* (O&M cost) di tahun tahun ketika proyek sudah beroperasi, estimasi sistem sudah waktunya diganti, estimasi masa sistem dapat beroperasi, estimasi tingkat diskonto yang menggambarkan perubahan nilai uang dari waktu ke waktu.

Kata – kata estimasi menunjukkan bahwa kajian ekonomi banyak bergantung pada data atau informasi yang belum pasti karena memang menyangkut hal – hal yang belum terjadi. Investasi teknik pada umumnya memiliki umur ekonomis yang lama, biasanya tahunan. Di lain sisi, nilai mata uang dari waktu ke waktu tidak sama. Oleh karena itu diperlukannya proses ekuivalensi nilai mata uang [13].

2.2.1 Net Present Value (NPV)

Nilai present sekarang atau NPV merupakan metode untuk memperhitungkan nilai sekarang bersih. Asumsi saat ini adalah bahwa waktu perhitungan awal bertepatan dengan waktu penilaian dilakukan atau dalam jangka waktu nol (0) dalam perhitungan arus kas investasi [14]. Nilai dari NPV diperoleh dari hasil perhitungan PWB dikurangi PWC.

Untuk menghitung nilai PWB, PWC dan NPV digunakan persamaan sebagai berikut:

$$PWB = \sum_{t=0}^n Cb_t(FBP)_t \quad (3)$$

$$PWC = \sum_{t=0}^n Cc_t(FBP)_t \quad (4)$$

$$NPV = PWB - PWC \quad (5)$$

Dimana:

Cb = Cash flow benefit t = Periode waktu
 Cc = Cash flow cost n = Umur investasi
 FBP = Faktor bunga present

2.2.2 Benefit Cost Ratio (BCR)

Metode *Benefit-Cost Ratio* (BCR) merupakan metode yang biasa digunakan pada tahap evaluasi awal suatu rencana investasi atau sebagai analisis tambahan untuk mengkonfirmasi hasil evaluasi yang telah dilakukan dengan metode lain [14]. Untuk menghitung nilai BCR digunakan persamaan berikut:

$$BCR = \frac{PWB}{PWC} \quad (6)$$

Dimana:

PWB = Present Worth Benefit
 PWC = Present Worth Cost

2.2.3 Payback Period (PBP)

Tujuan utama dari payback period adalah memperoleh dan mengetahui berapa lama (periode) investasi dapat diperoleh kembali ketika peristiwa gangguan terjadi (*Break Even Point*) [14].

$$PBP = (n - 1) + \frac{\text{Arus kas kumulatif tahun } (n-1)}{\text{Arus kas bersih tahun } n} \quad (7)$$

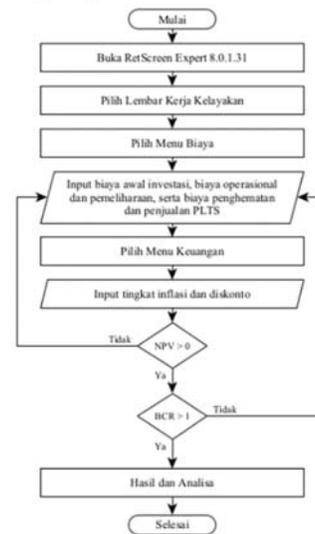
Dimana:

PBP = Payback period
 n = periode (tahun)

2.3 Diagram Alir Pemodelan Pada RetScreen 8.0.1.31

Perangkat lunak *RetScreen* 8.0.1.31 digunakan untuk mengolah hasil proyeksi energi listrik yang diperoleh dan identifikasi analisis ekonomi teknik dari PLTS yang dirancang. Alasan pemilihan *RetScreen* 8.0.1.31 digunakan sebagai pengolahan data adalah perangkat lunak ini memiliki antarmuka yang mudah dipahami serta sudah banyak digunakan dalam penelitian sejenis khususnya tentang analisis ekonomi teknik. Adapun diagram alir dari

pengoperasian perangkat lunak *RetScreen* 8.0.1.31 pada penelitian ini seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alir pemodelan sistem

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Biaya Investasi Awal PLTS

Perincian biaya – biaya untuk 11700 Wp, 3150 Wp dan 1350 Wp dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 berikut.

Tabel 1. Biaya investasi awal kapasitas 11700 Wp

Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Panel Surya ST Solar 450 Wp	26	Rp 2.200.000	Rp 57.200.000
Inverter Sofar Solar 3000 W	2	Rp 12.850.000	Rp 25.700.000
Penyangga Panel Surya	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
Kabel DC	20	Rp 35.000	Rp 700.000
Kabel AC	30	Rp 68.000	Rp 2.040.000
MCB DC	2	Rp 85.000	Rp 170.000
SPD DC	2	Rp 175.000	Rp 350.000
MCB AC	3	Rp 30.000	Rp 90.000
SPD AC	2	Rp 150.000	Rp 300.000
Kabel Grounding	35	Rp 7.500	Rp 262.500
Ground Rod	1	Rp 125.000	Rp 125.000
Instalator	3	Rp 200.000	Rp 600.000
Instalator	3	Rp 200.000	Rp 600.000
Instalator	3	Rp 200.000	Rp 600.000
Duct 25x25 mm	8	Rp 11.000	Rp 88.000
Panel Box	1	Rp 395.000	Rp 395.000
Junction Box	1	Rp 95.000	Rp 95.000
SLO	1	Rp 300.000	Rp 300.000
Total			Rp 102.615.500

Tabel 2. Biaya investasi awal kapasitas 3150 Wp

Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Panel Surya ST Solar 450 Wp	7	Rp 2.200.000	Rp 15.400.000

Inverter Sofar Solar 3000 W	1	Rp 9.580.000	Rp 9.580.000
-----------------------------	---	--------------	--------------

Tabel 2. Lanjutan

Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Penyangga Panel Surya	1	Rp 3.500.000	Rp 3.500.000
Kabel DC	10	Rp 35.000	Rp 350.000
Kabel AC	25	Rp 18.500	Rp 812.500
MCB DC	1	Rp 85.000	Rp 85.000
SPD DC	1	Rp 175.000	Rp 175.000
MCB AC	1	Rp 30.000	Rp 30.000
SPD AC	1	Rp 150.000	Rp 150.000
Kabel Grounding	35	Rp 7.500	Rp 262.500
Ground Rod	1	Rp 125.000	Rp 125.000
Instalator	3	Rp 200.000	Rp 600.000
Instalator	3	Rp 200.000	Rp 600.000
Instalator	3	Rp 200.000	Rp 600.000
Duct 25x25 mm	3	Rp 11.000	Rp 33.000
MCB Box	2	Rp 31.000	Rp 62.000
Junction Box	1	Rp 95.000	Rp 95.000
SLO	1	Rp 300.000	Rp 300.000
Total			Rp 32.410.000

Tabel 3. Biaya investasi awal kapasitas 1350 Wp

Komponen	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Panel Surya ST Solar 450 Wp	3	Rp 2.200.000	Rp 6.600.000
Inverter Sofar Solar 1100 W	1	Rp 6.346.000	Rp 6.346.000
Penyangga Panel Surya	1	Rp 1.500.000	Rp 1.500.000
Kabel DC	10	Rp 35.000	Rp 350.000
Kabel AC	25	Rp 18.500	Rp 462.500
MCB DC	1	Rp 85.000	Rp 85.000
SPD DC	1	Rp 175.000	Rp 175.000
MCB AC	1	Rp 30.000	Rp 30.000
SPD AC	1	Rp 150.000	Rp 150.000
Kabel Grounding	35	Rp 7.500	Rp 262.500
Ground Rod	1	Rp 125.000	Rp 125.000
Instalator 1	3	Rp 200.000	Rp 600.000
Instalator 2	3	Rp 200.000	Rp 600.000
Instalator 3	3	Rp 200.000	Rp 600.000
Duct 25x25 mm	3	Rp 11.000	Rp 33.000
MCB Box	2	Rp 31.000	Rp 62.000
Junction Box	1	Rp 95.000	Rp 95.000
SLO	1	Rp 300.000	Rp 300.000
Total			Rp 18.376.000

3.2 Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya operasional dan pemeliharaan per tahun untuk PLTS kapasitas 11700 Wp, 3150 Wp dan 1350 Wp seperti pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Kapasitas PLTS	O&M (Per Tahun)
11700 Wp	Rp 999.375
3150 Wp	Rp 301.200
1350 Wp	Rp 160.860

3.3 Biaya Penghematan dan Penjualan

Pada bangunan lokasi penelitian masuk ke dalam golongan S2, sehingga tarif yang berlaku adalah Rp 1.445/kWh

(periode April – Juni 2021), sedangkan penjualan ke PLN sebesar 100% dari Rp 1.445/kWh adalah Rp 1.445/kWh.

Penghematan energi listrik yang dimaksud adalah energi yang dihasilkan panel surya dan dipakai sendiri untuk menyuplai kebutuhan beban, sedangkan penjualan energi listrik yang dimaksud adalah energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS saat tidak digunakan untuk menyuplai kebutuhan beban, kemudian akan tercatat pada kWh *exim* dan akan dijual ke PLN dengan disalurkan kembali ke jala – jala. Biaya penghematan listrik dan penjualan listrik tiap tahunnya untuk kapasitas 11700 Wp, 3150 Wp dan 1350 Wp seperti pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Biaya penghematan dan penjualan

Kapasitas PLTS	O&M (Per Tahun)
11700 Wp	Rp 23.316.520
3150 Wp	Rp 6.306.450
1350 Wp	Rp 2.676.718

3.4 Hasil Simulasi Pada RetScreen 8.0.1.31

Perangkat lunak RetScreen 8.0.1.31 digunakan untuk pengolahan data guna mengetahui kelayakan keuangan suatu investasi PLTS. Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 merupakan kelayakan keuangan dari kapasitas 11700 Wp, 3150 Wp dan 1350 Wp.

Kelayakan keuangan		
IRR sebelum pajak - ekuitas	%	24%
IRR sebelum pajak - asset	%	24%
Pengembalian sederhana	thn	4,6
Balik modal ekuitas	thn	4,4
Nilai Bersih Sekarang (NPV)	IDR	361.429.602
Penghematan siklus hidup tahunan	IDR/thn	21.929.392
Rasio manfaat-biaya (B-C)		4,5
Kemampuan pengembalian hutang		Tanpa hutang
Biaya pengurangan GHG	IDR/tCO ₂	Tanpa pengurangan

Gambar 2. Kelayakan keuangan PLTS kapasitas 11700 Wp

Kelayakan keuangan		
IRR sebelum pajak - ekuitas	%	20,6%
IRR sebelum pajak - asset	%	20,6%
Pengembalian sederhana	thn	5,4
Balik modal ekuitas	thn	5,1
Nilai Bersih Sekarang (NPV)	IDR	92.458.422
Penghematan siklus hidup tahunan	IDR/thn	5.609.826
Rasio manfaat-biaya (B-C)		3,9
Kemampuan pengembalian hutang		Tanpa hutang
Biaya pengurangan GHG	IDR/tCO ₂	Tanpa pengurangan

Gambar 3. Kelayakan keuangan PLTS kapasitas 3150 Wp

Kelayakan keuangan		
IRR sebelum pajak - ekuitas	%	15,3%
IRR sebelum pajak - asset	%	15,3%
Pengembalian sederhana	thn	7,3
Balik modal ekuitas	thn	6,8
Nilai Bersih Sekarang (NPV)	IDR	33.936.766
Penghematan siklus hidup tahunan	IDR/thn	2.059.081
Rasio manfaat-biaya (B-C)		2,8
Kemampuan pengembalian hutang		Tanpa hutang
Biaya pengurangan GHG	IDR/tCO ₂	Tanpa pengurangan

Gambar 4. Kelayakan keuangan PLTS kapasitas 1350 Wp

3.5 Perhitungan Analisis Kelayakan Ekonomi PLTS

Untuk keperluan analisis ekonomi diperlukan adanya nilai tingkat inflasi, untuk mengetahui nilai arus kas masuk maupun keluar di tahun berjalan. Besarnya tingkat inflasi sebesar 2% yang diperoleh dari website resmi Bank Indonesia [15]. Selain inflasi, diperlukan juga tingkat diskonto untuk mengetahui Faktor Bunga *Present* (FBP) untuk menghitung nilai mata uang yang akan datang ke nilai yang sekarang yang pada umumnya *Present Worth Benefit* (PWB) dan *Present Worth Cost* (PWC). Besar nilai FBP dipengaruhi oleh tingkat diskonto yang didapatkan dari website resmi Bank Indonesia yaitu sebesar 3,5% per Oktober 2021 [16].

3.5.1 PLTS Kapasitas 11700 Wp

3.5.1.1 NPV

Total nilai untuk *present worth benefit* untuk PLTS kapasitas 11700 Wp sebesar Rp 484.825.317, sedangkan untuk nilai *present worth cost* sebesar Rp 123.395.715, maka dapat diketahui besar nilai NPV sebagai berikut.

$$NPV = PWB - PWC \quad (5)$$

$$NPV = Rp 434.825.317 - Rp 123.395.715$$

$$NPV = Rp 361.429.602$$

3.5.1.2 BCR

Total nilai untuk *present worth benefit* untuk PLTS kapasitas 11700 Wp sebesar Rp 484.825.317, sedangkan untuk nilai *present worth cost* sebesar Rp 123.395.715, maka dapat diketahui besar nilai BCR sebagai berikut.

$$BCR = \frac{PWB}{PWC} \quad (6)$$

$$BCR = \frac{Rp 434.825.317}{Rp 123.395.715}$$

$$BCR = 3,9$$

3.5.1.3 PBP

Payback period (PBP) atau dikenal dengan pengembalian modal diperoleh dengan melakukan perhitungan berapa tahun jumlah nilai aliran kas bersih nilai sekarang akan sama atau lebih dari biaya investasi awal. Dapat diketahui besar nilai PBP sebagai berikut.

$$PBP = (n - 1) + \frac{\text{Arus kas kumulatif tahun } (n-1)}{\text{Arus kas bersih tahun } n} \quad (7)$$

$$PBP = 4 + \frac{Rp 8.793.326}{Rp 24.639.931}$$

$$PBP = 4,4$$

3.5.2 PLTS Kapasitas 3150 Wp

3.5.2.1 NPV

Total nilai untuk *present worth benefit* untuk PLTS kapasitas 3150 Wp sebesar Rp 131.131.345, sedangkan untuk nilai *present worth cost* sebesar Rp 38.672.915, maka dapat diketahui besar nilai NPV sebagai berikut.

$$NPV = PWB - PWC \quad (5)$$

$$NPV = Rp 131.131.345 - Rp 38.672.915$$

$$NPV = Rp 92.458.430$$

3.5.2.2 BCR

Total nilai untuk *present worth benefit* untuk PLTS kapasitas 3150 Wp sebesar Rp 131.131.345, sedangkan untuk nilai *present worth cost* sebesar Rp 38.672.915, maka dapat diketahui besar nilai BCR sebagai berikut.

$$BCR = \frac{PWB}{PWC} \quad (6)$$

$$BCR = \frac{Rp 131.131.345}{Rp 38.672.9153}$$

$$BCR = 3,4$$

3.5.2.3 PBP

Payback period (PBP) atau dikenal dengan pengembalian modal diperoleh dengan melakukan perhitungan berapa tahun jumlah nilai aliran kas bersih nilai sekarang akan sama atau lebih dari biaya investasi awal. Dapat diketahui besar nilai PBP sebagai berikut.

$$PBP = (n - 1) + \frac{\text{Arus kas kumulatif tahun } (n-1)}{\text{Arus kas bersih tahun } n} \quad (7)$$

$$PBP = 5 + \frac{Rp 533.407}{Rp 6.762.887}$$

$$PBP = 5,1$$

3.5.3 PLTS Kapasitas 1350 Wp

3.5.3.1 NPV

Total nilai untuk *present worth benefit* untuk PLTS kapasitas 1350 Wp sebesar Rp 55.657.562, sedangkan untuk nilai *present worth cost* sebesar Rp 21.720.796, maka dapat diketahui besar nilai NPV sebagai berikut.

$$NPV = PWB - PWC \quad (5)$$

$$NPV = Rp\ 55.657.562 - Rp\ 21.720.796$$

$$NPV = Rp\ 33.936.766$$

3.5.3.2 BCR

Total nilai untuk *present worth benefit* untuk PLTS kapasitas 1350 Wp sebesar Rp 55.657.562, sedangkan untuk nilai *present worth cost* sebesar Rp 21.720.796, maka dapat diketahui besar nilai BCR sebagai berikut.

$$BCR = \frac{PWB}{PWC} \quad (6)$$

$$BCR = \frac{Rp\ 55.657.562}{Rp\ 21.720.796}$$

$$BCR = 2,6$$

3.5.3.3 PBP

Payback period (PBP) atau dikenal dengan pengembalian modal diperoleh dengan melakukan perhitungan berapa tahun jumlah nilai aliran kas bersih nilai sekarang akan sama atau lebih dari biaya investasi awal. Dapat diketahui besar nilai PBP sebagai berikut.

$$PBP = (n - 1) + \frac{\text{Arus kas kumulatif tahun } (n-1)}{\text{Arus kas bersih tahun } n} \quad (7)$$

$$PBP = 6 + \frac{Rp\ 2.188.257}{Rp\ 2.889.930}$$

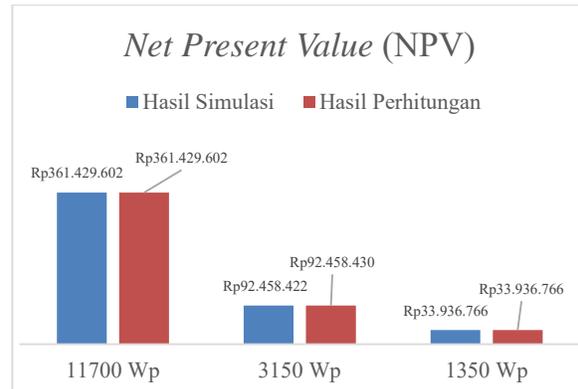
$$PBP = 6,8$$

3.6 Perbandingan Hasil Simulasi dan Perhitungan

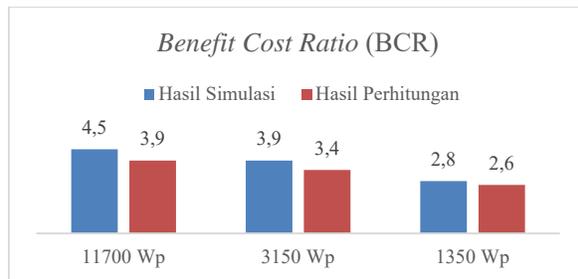
Setelah didapat hasil simulasi dan perhitungan, maka akan di dapat perbandingan dari hasil simulasi dan perhitungan seperti pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Perbandingan hasil simulasi dan perhitungan

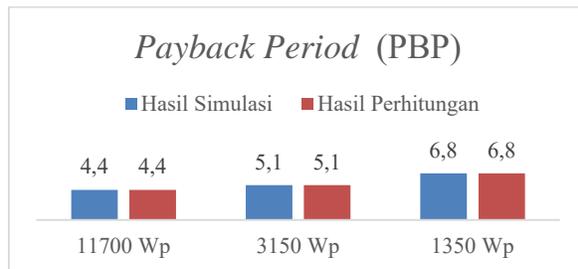
Kapasitas	Hasil Simulasi			Hasil Perhitungan		
	NPV	BCR	PBP	NPV	BCR	PBP
11700 Wp	Rp 361.429.602	4,5	4,4	Rp 361.429.602	3,9	4,4
3150 Wp	Rp 92.458.422	3,9	5,1	Rp 92.458.430	3,4	5,1
1350 Wp	Rp 33.936.766	2,8	6,8	Rp 33.936.766	2,6	6,8



Gambar 5. Perbandingan nilai NPV



Gambar 6. Perbandingan nilai BCR



Gambar 7. Perbandingan nilai PBP

Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 merupakan perbandingan NPV, BCR dan PBP berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan. Berdasarkan kriteria NPV, dimana proyek akan dinyatakan layak apabila nilai NPV > 0. Masing – masing kapasitas PLTS memiliki nilai NPV > 0 sehingga masing – masing proyek ini layak untuk dilaksanakan. Berdasarkan kriteria BCR, dimana proyek akan dinyatakan layak apabila nilai BCR > 1. Masing – masing kapasitas PLTS memiliki nilai BCR > 1 sehingga masing – masing proyek ini layak untuk dilaksanakan. Pada masing – masing kapasitas, nilai PBP < umur proyek,

3.5.3.4 Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan perhitungan kelayakan ekonomi, biaya investasi awal yang dikeluarkan untuk PLTS sistem *on grid* kapasitas 11700 Wp adalah Rp 102.615.500 dengan nilai NPV sebesar Rp 361.429.602, BCR pada simulasi sebesar 4,5 dan pada perhitungan sebesar 3,9, dan *Payback Period* pada simulasi dan perhitungan sama yaitu sebesar 4,4 tahun. Biaya investasi awal yang dikeluarkan untuk PLTS sistem *on grid* kapasitas 3150 Wp adalah Rp 32.410.000 dengan nilai NPV pada simulasi sebesar Rp 92.458.422 dan pada perhitungan sebesar Rp 92.458.430, BCR pada simulasi sebesar 3,9 dan pada perhitungan sebesar 3,4, dan *Payback Period* pada simulasi dan perhitungan sama yaitu sebesar 5,1 tahun. Biaya investasi awal yang dikeluarkan untuk PLTS sistem *on grid* kapasitas 1350 Wp adalah Rp 18.376.000 dengan nilai NPV sebesar Rp 33.936.766, BCR pada simulasi sebesar 2,8 dan pada perhitungan sebesar 2,6, dan *Payback Period* pada simulasi dan perhitungan sama yaitu sebesar 6,8 tahun. Berdasarkan nilai NPV dan BCR yang telah disimulasikan dan diperhitungkan, semua kapasitas PLTS layak untuk dilaksanakan. PLTS kapasitas 11700 Wp yang memiliki nilai PBP terkecil yaitu 4,4 tahun yang artinya nilai balik modal paling cepat

4.2 Saran

1. Pada lokasi penelitian daya yang terpasang sebesar 3500 VA, karena keterbatasan anggaran PLTS yang terpasang hanya 1350 Wp. Untuk kedepannya dapat dikembangkan menjadi 3500 Wp.
2. Pada lokasi penelitian dapat dikembangkan kembali hingga mencapai kapasitas sesuai potensi di lokasi penelitian yaitu sebesar 11700 Wp. Apabila dilakukan pengembangan hingga kapasitas sesuai potensi, maka dilakukan tambah daya agar tetap memenuhi regulasi pemerintah yaitu maksimal 100% dari kapasitas daya konsumen yang terpasang.

Referensi

- [1] Suharyati, S. H. Pambudi, J. L. Wibowo dan N. I. Pratiwi, *Outlook Energi Indonesia 2019*, Jakarta: Dewan Energi Nasional, 2019.
- [2] D. Mahardhika, "Studi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Rooftop On Grid pada PT. BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara ditinjau dari Teknis dan Ekonomi Teknik dengan Menggunakan Software Pvsyst 7.0 dan RetScreen 6.0.7," *Teknik Elektro*, Universitas Diponegoro, Semarang, 2020.
- [3] Kementerian Energi Sumber Daya Mineral, *Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat*, Jakarta, 2018.
- [4] Boxwell dan Michael, *Solar Electricity Handbook 2017 Edition*, Brimingham: Greenstream Publishing, 2017.
- [5] International Finance Corporation, *Utility-Scale Solar Photovoltaic Power Plants*, Washington, D.C: International Finance Corporation, 2015.
- [6] R. Sianipar, "Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *JETri*, vol. 11, p. 61, 2014.
- [7] Wollny dan Michael, *Solar Photovoltaic (PV) Installation System Handbook*, Jakarta: DG NREEC, 2015.
- [8] N. F. P. Association, "National Electrical Code (NEC) 2017," NFPA, Quincy, Massachusetts, 2017.
- [9] "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)," Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2011.
- [10] B. Ramadhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos and Don'ts*, Jakarta: GLZ, 2018.
- [11] B. A. A. Abdel-Ghani, "Techno-Economic Evaluation of Electrification of Small Vilages in Palestine by Centralized and Decentralized PV System," Nablus, 2008.
- [12] V. R. Kossi, "Perencanaan PLTS Terpusat (Off Grid) di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah".
- [13] I. N. Pujawan, *Ekonomi Teknik Edisi 2*, Guna Widya, 2009.
- [14] M. Giatman, *EKONOMI TEKNIK*, 3rd ed, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2011.
- [15] "Target Inflasi," Bank Indonesia, 2021. [Online]. Available: <https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/target-inflasi.aspx>. [Diakses 10 November 2021].
- [16] "BI 7Day Reverse Repo Rate Tetap 3,5%: Sinergi Menjadi Stabilitas dan Memperkuat Pemulihan," Bank Indonesia, Oktober 2021. [Online]. Available: https://www.bi.go.id/id/publikasi/ruang-media/news-release/Pages/sp_2326821.aspx. [Diakses 20 Oktober 2021].