



FEASIBILITY STUDY OF TECHNICAL DESIGN FOR A 1000 WP ON-GRID ROOFTOP SOLAR POWER SYSTEM (PLTS) FOR THE SAHARI BOARDING HOUSE BUSINESS IN SEMARANG

STUDI KELAYAKAN PERENCANAAN TEKNIS PLTS ATAP ON-GRID 1000 WP UNTUK BISNIS INDEKOS SAHARI SEMARANG

Dhiki Bintang Satria¹, Munaf Ismail²

Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

E-mail: dhikibintang590@gmail.com

ARTICLE INFO

Correspondent:

Dhiki Bintang Satria
dhikibintang590@gmail.com

Key words:

Rooftop Solar PV, On-Grid System, Investment Feasibility, NPV, Solar Energy.

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

Page: 748 - 759

ABSTRACT

This study aims to analyze the technical and economic feasibility of a 1000 Wp on-grid rooftop solar power system (PLTS) for the Sahari Boarding House business in Semarang. The increasing electricity demand in Indonesia encourages the utilization of renewable energy, particularly solar energy, which has an average radiation potential of 5.48 kWh/m² in Semarang. This research employs a quantitative approach with techno-economic analysis based on the Regulation of the Minister of Energy and Mineral Resources (ESDM) No. 2 of 2024. The results show that the PLTS system utilizes a rooftop area of approximately 270 m² with an installed capacity of 1000 Wp using five monocrystalline solar panels. The system is able to supply 37.74% of the total electricity demand or 4.60 kWh per day, while 62.26% is still supplied by PLN. Investment feasibility analysis using the Net Present Value (NPV) method yields a positive value of IDR 1,597,518, with a Discounted Payback Period (DPP) of 9 years and 2 months. This indicates that the rooftop solar investment is financially feasible and provides long-term electricity cost savings. Therefore, rooftop PLTS implementation can serve as an efficient and sustainable solution for energy needs in the boarding house business sector.

Copyright ©2026 JSCR. All rights reserved.

INFO ARTIKEL

Koresponden

Dhiki Bintang Satria
dhikibintang590@gmail.com

Kata kunci:

**PLTS Atap, On-Grid,
 kelayakan Investasi,
 NPV, Energi Surya.**

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

Hal: 748 - 759

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan teknis dan ekonomi perencanaan PLTS atap on-grid 1000 Wp pada bisnis Indeks SAHARI Semarang. Peningkatan kebutuhan energi listrik di Indonesia mendorong pemanfaatan energi terbarukan, khususnya energi surya, yang memiliki potensi radiasi rata-rata 5,48 kWh/m² di wilayah Semarang. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis tekno-ekonomi berdasarkan regulasi Permen ESDM No. 2 Tahun 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem PLTS memanfaatkan area atap bangunan indeks seluas ±270 m² dengan kapasitas terpasang 1000 Wp menggunakan 5 panel surya monocrystalline. Sistem ini mampu menghasilkan kontribusi energi sebesar 37,74% dari total kebutuhan listrik atau 4,60 kWh per hari, sedangkan 62,26% masih dipenuhi oleh PLN. Analisis kelayakan investasi menggunakan metode Net Present Value (NPV) menunjukkan nilai positif sebesar Rp1.597.518, serta Discounted Payback Period (DPP) selama 9 tahun 2 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa investasi PLTS atap layak secara finansial dan memberikan manfaat penghematan biaya listrik jangka panjang. Dengan demikian, implementasi PLTS atap dapat menjadi solusi efisien dan berkelanjutan dalam mendukung kebutuhan energi pada sektor usaha indeks.

Copyright ©2026 JSCR. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Kebutuhan daya listrik di Indonesia dari tahun ke tahun makin meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi. Pada tahun 2019 pertumbuhan ekonomi sebesar 5,02% dan pertumbuhan konsumsi energi listrik sebesar 4,65%. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) merilis Keputusan Menteri ESDM Nomor 143K/20/MEM/2019 tentang Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional Tahun 2019 sampai dengan Tahun 2038. Dalam keputusan itu, ESDM memproyeksikan rata-rata pertumbuhan kebutuhan energi listrik nasional sekitar 6,9 persen per tahun dengan asumsi pertumbuhan ekonomi per tahun sebesar 6%. [1]. Adapun jenis-jenis energi diantaranya seperti energi termal, mekanik, kinetik, kimia, cahaya, nuklir, dan energi potensial [1]. Energi memang tidak dapat dilihat tetapi dapat dirasakan manfaatnya, seperti halnya energi listrik sebagai salah satu jenis energi dimana selain bisa dikembangkan juga dapat dikonversi menjadi energi lain yang bermanfaat dalam banyak sektor seperti sektor rumah tangga, industri, bahkan hingga sektor transportasi yang sedang marak baru-baru ini seperti mobil dan motor listrik [2]. Oleh karenanya dapat dikatakan hampir seluruh kegiatan manusia dalam kehidupan masyarakat modern membutuhkan energi listrik [3].

Indonesia mulai mengembangkan energi terbarukan dengan memasukkan unsur EBT sebanyak 23% dari bauran penyediaan energi listrik secara nasional pada tahun 2025. Energi surya sebagai sumber energi listrik yang mudah didapat serta pengembangan sel photovoltaic yang semakin massif akan meningkatkan semangat pemanfaatannya secara global bahkan daerah di Indonesia yang belum terjangkau listrik PLN akan dengan mudah terlistriki. [4] Indonesia memiliki radiasi harian matahari rata-rata 4,8 kWh/m² dengan potensi energi terbesar di kota Maumere Papua (5,75 kWh/m²) dan

Waingapu, Sumba Timur, NTT (5,72 kWh/m²). Di kota Semarang sendiri memiliki potensi radiasi harian rata-rata sebesar 5,48 kWh/m². Berdasarkan peta energi matahari di Indonesia, maka seluruh Indonesia memiliki potensi yang baik untuk pengembangan pembangkit listrik dari energi surya.

Berdasarkan regulasi yang dikeluarkan oleh Kementerian ESDM yakni Permen ESDM No. 2 Tahun 2024 Tentang Penggunaan Sistem PLTS Atap Oleh Konsumen PT. PLN (Persero) terdapat tiga poin utama yang diatur dalam penerapan system grid Solar Panel dengan PLN, yaitu; Pertama, jenis pelanggan PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) yang dapat menggunakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atap adalah semua Pelanggan PLN (Tarif Sosial/ Bisnis/Rumah Tangga/Industri). Kedua, kapasitas sistem PLTS atap pada pelanggan dibatasi paling tinggi 100% dari daya tersambung ke konsumen PLN. Ketiga kapasitas sistem tersebut ditentukan dengan kapasitas total inverter. Kelebihan energi listrik dari Sistem PLTS Atap yang masuk ke jaringan Pemegang IUPTLU tidak diperhitungkan dalam penentuan jumlah tagihan listrik Pelanggan PLTS Atap [5].

Pelanggan PLTS khususnya skala rumah tangga di Kota Semarang sendiri perkembangannya masih sangat lambat, tercatat beberapa pelanggan PLN yang memasang PLTS dengan kapasitas antara 2200 Wp hingga 5700 Wp yang sudah terealisasi pada tahun 2018-2019 hanya berjumlah 5 pelanggan. Untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan kajian analisis pengimplementasian PLTS atap skala rumah tangga yang ditinjau dari sisi tekno-ekonomi yang diharapkan dapat menjadi acuan bagi pelanggan PLN untuk mengimplementasikan PLTS [6].

Seiringan dengan perkembangan teknologi tentunya sektor bisnis pun ikut berkembang. Salah satunya ialah bisnis investasi di bidang properti seperti indekos yang berdampak pada kian ketatnya persaingan antara para pelaku usaha indekos dalam mencari keuntungan, terlebih jika lokasinya berdekatan dengan kampus. Untuk indekos yang menyewakan belasan kamar rata-rata memiliki bangunan yang lebih luas dibandingkan perumahan biasa, sama halnya dengan indekost Sahari yang menyewakan 13 kamar. Indekost Sahari yang berlokasi di Kecamatan Genuk, Kota Semarang ini memiliki bangunan berbentuk huruf U dengan luas sekitar 250 m² dan memiliki luas atap sekitar 270 m². Hal ini sebenarnya bisa dimanfaatkan untuk pemasangan PLTS atap, apalagi dengan tinggi bangunan yang lebih tinggi dibanding bangunan disekitarnya [7].

Indekost Sahari memiliki total daya sebesar 1300VA yang terhubung pada jaringan PLN dengan rata-rata konsumsi harian sebesar 12,18 kWh dan estimasi biaya listrik dalam sebulan sekitar 500.000 rupiah. Sehingga jika mengacu pada Permen ESDM yang mengatur tentang kapasitas maksimal pemasangan PLTS atap adalah sebesar 100% dari total daya tersambung [8], maka kapasitas maksimal PLTS atap yang dapat diterapkan di indekos Sahari ialah 1 kWp. Menurut Hendra Setiawan, implementasi PLTS atap tersebut dapat memberikan penghematan tagihan listrik sebesar 20% – 30% dari tagihan awal. Sehingga pemanfaatan atap rumah sebagai lahan PLTS bisa menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk mengurangi tagihan listrik, juga sehubungan dengan keuntungan jangka panjang maka untuk mempersingkat waktu pengembalian biaya investasi dapat dilakukan dengan cara menerapkan PLTS. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“STUDI KELAYAKAN PERENCANAAN TEKNIS PLTS ATAP 1000 Wp UNTUK BISNIS INDEKOS SAHARI SEMARANG”**.

METODE PENELITIAN

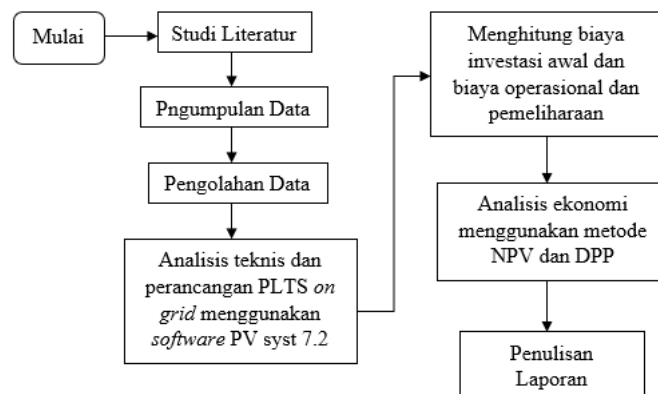
Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di indekos SAHARI yang terletak pada *latitude* - 6,968006339611833 dan *longitude* 110,47780178009025, Genuksari, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah.

Desain PLTS

Langkah pertama dalam perencanaan adalah desain dari rencana tersebut, perencanaan dilakukan diatap indekos Sahari Semarang.

Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Analisis Teknis

Data radiasi sinar matahari menurut NASA yang diambil pada *software PV syst 7.2* menunjukkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Intensitas Radiasi Sinar Matahari Indekos SAHARI Semarang Menurut *software PV syst 7.2*

Month	Global Horizontal Irradiation (kWh/m ² /day)	Horizontal diffuse Irradiation (kWh/m ² /day)	Temperature (°C)
Januari	6,20	2,27	25,8
Februari	4,53	2,34	25,8
Maret	5,43	2,24	25,9
April	5,52	1,92	26,0
Mei	5,50	1,57	25,9
Juni	5,27	1,44	25,6
July	6,41	1,34	25,4
August	6,80	1,40	25,7
September	6,40	1,65	26,1
Oktober	6,40	2,03	26,2
November	5,33	2,23	25,9
Desember	4,61	2,27	25,8
Rata-rata	5,48	1,89	25,8

Pada Tabel 1 menunjukkan perubahan suhu, kecepatan angin, tekanan atmosfer dan masih banyak lainnya. Data yang penting dalam penelitian kali ini adalah *Global Horizontal Irradiation* dengan nilai rata-rata sebesar 5,48 KWh/m²/d dan *temperature* dengan nilai tertinggi 26,2 °C.

Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dipengaruhi oleh biaya total investasi yang harus dikeluarkan, biaya operasional dan pemeliharaan, biaya yang dihasilkan PLTS serta penjualan energi listrik, discount rate, dan nilai inflasi.

1. Menghitung Biaya Investasi Awal

Biaya investasi adalah biaya komponen-komponen yang akan digunakan dalam pemasangan PLTS. Harga tersebut diperoleh dari internet dengan melihat website yang menjual komponen yang dibutuhkan

2. Menghitung Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya operasional dan pemeliharaan pada PLTS umumnya sebesar 1-2% dari total biaya investasi [7]. Biaya operasional dan pemeliharaan pada penelitian ini diasumsikan sebesar 2% dikarenakan sistem PLTS untuk indekos Sahari yang memanfaatkan atap gedung yang cukup tinggi sebagai tempat untuk meletakkan panel surya.

$$OP = 2\% \times \text{Investasi Awal}$$

3. NPV (*Net Present Value*)

Net Present Value adalah metode perhitungan selisih antara nilai sekarang dari arus kas yang masuk dengan nilai sekarang dari arus kas yang keluar pada periode waktu tertentu. Setiap aliran kas yang masuk pertahun dihitung secara satu-persatu lalu kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan nilai NPV. Setelah itu dikurangi oleh biaya investasi, jika hasilnya positif maka merupakan investasi yang bagus dan jika negatif berarti investasi tidak menguntungkan. Secara umum kriteria NPV ini mengatakan bahwa proyek akan layak dipilih apabila nilai NPV > 0. Sebaliknya bila suatu proyek memiliki NPV < 0 maka tidak akan dipilih karena proyek tidak layak untuk dilakukan.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Keterangan:

B _t	=	Penerimaan proyek pada tahun ke - t
C _t	=	Biaya proyek pada tahun ke - t
C ₀	=	Total investasi awal
N	=	Umur ekonomi proyek
R	=	Discount Rate

Faktor diskonto dengan tingkat diskonto (i) sebesar 8,04% dapat diperhitungkan sebagai berikut:

$$DF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Keterangan:

DF	=	Faktor diskonto
I	=	Tingkat diskonto (8, 04%)
N	=	Periode dalam tahun

4. DPP (*Discounted Payback Period*)

Analisis *Payback Period* merupakan metode yang digunakan untuk menghitung lama periode yang diperlukan untuk mengembalikan uang yang telah diinvestasikan dari aliran kas masuk (*proceeds*) tahunan yang dihasilkan oleh proyek investasi tersebut [7]. Analisis *Discounted Payback Period* dilakukan dengan memperhitungkan *time value of money*. Dengan memperhitungkan *time value of money*, lamanya periode pengembalian investasi dapat dihitung dengan persamaan:

$$DPP = \sum_{t=1}^n NCF_t \times DF$$

Keterangan:

NCF_t = Aliran kas pada tahun ke -1
DF = Faktor diskonto

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Indekos SAHARI Semarang yang terletak pada latitude - 6,968006339611833 dan longitude 110,47780178009025, Genuksari, Kecamatan Genuk, Kota Semarang. Indekost Sahari memiliki total daya sebesar 1300VA yang terhubung pada jaringan PLN dan memiliki bangunan berbentuk huruf U dengan luas sekitar 250 m² dan memiliki luas atap sekitar 270 m².

Perhitungan Kebutuhan Daya Listrik di Indekos SAHARI

Berdasarkan perhitungan estimasi kebutuhan energi Listrik pada Indekos SAHARI, maka disusunlah berdasarkan tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Kebutuhan Daya Listrik di Indekos SAHARI.

No	Item	Jumlah	Daya/Item	Total daya	Durasi	Daya
			(Watt)	(KWh)	(Jam)	(KWh)
1	Lampu	26	18	0,47	8	3,74
2	Laptop	13	60	0,78	4	3,12
3	Kipas Angin	13	45	0,59	7	4,13
4	Pompa air	1	300	0,30	4	1,20
Total		53,00	423,00	2,14	23,00	12,19

Berdasarkan perhitungan estimasi daya listrik didapatkanlah konsumsi listrik Indekos SAHARI sebesar 12,19 kW dengan rincian konsumsi listrik per item yang sudah ditentukan sebelumnya. Konsumsi listrik terbesar terdapat pada Kipas Angin dengan total daya per hari sebesar 4,13 KWh, sedangkan konsumsi daya terendah pada Pompa air dengan konsumsi Listrik sebesar 1,20 KWh.

Tabel 3. Rincian Pembagian Daya berdasarkan durasi oleh PLTS.

No	Item	Total daya	Durasi (Jam)		Daya (KWh)	
		(KWh)	PLN	PLTS	PLN	PLTS
1	Lampu	0,47	3,00	5,00	1,40	2,34
2	Laptop	0,78	3,00	1,00	2,34	0,78
3	Kipas Angin	0,59	5,00	2,00	2,95	1,18
4	Pompa Air	0,30	3,00	1,00	0,90	0,30
Total		2,14	14,00	9,00	7,59	4,60

$$\text{Persentase Kebutuhan Listrik} = \frac{\text{Kebutuhan Daya PLN/PLTS}}{\text{Total Kebutuhan Daya}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Kebutuhan Listrik PLTS} &= \frac{4,60}{12,19} \times 100\% \\ &= 37,74\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Kebutuhan Listrik PLN} &= \frac{7,59}{12,19} \times 100\% \\ &= 62,26\% \end{aligned}$$

Berdasarkan rencana pembagian daya seperti tabel diatas menunjukan bahwa sistem PLTS melayani listrik sebesar 4,60 kWh dengan persentase sebesar 37,74%, sementara

untuk PLN melayani kebutuhan listrik sebesar 7,59 kWh dengan persentase sebesar 62,26% dari total kebutuhan listrik di Indekos SAHARI sebesar 12,19 kWh.

Tabel 4. Jam Pelayanan Konsumsi Listrik oleh PLN

No	Item	Daya/Item (Watt)	Waktu (Jam)	Jam											
				6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Lampu	18	3	1										1	1
2	Laptop	60	3										1	1	1
3	Kipas Angin	45	5				1	1	1	1	1				
4	Pompa Air	300	3	1	1	1									
Total		423	14	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Analisis Teknis Perancangan PLTS Indekos Sahari Semarang

Analisis Teknis Perancangan PLTS

Direncanakan energi listrik dari PLTS untuk mensuplai Indekos SAHARI Semarang sebesar 37,74% dari kebutuhan beban puncak sebesar 12,19 kWh per hari, Besar pemakaian energi listrik (E_L) yang akan disuplai oleh PLTS *rooftop* adalah:

$$\begin{aligned}
 E_L &= 37,74\% \times \text{Total beban} \\
 &= 37,74\% \times 12,19 \text{ kWh} \\
 &= 4,60 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan ketentuan yang berlaku, panel surya memiliki penurunan kapasitas daya yang dihasilkan jika melebihi dari standar temperature optimal panel surya tersebut bekerja. Jika panel surya tersebut bekerja diatas temperature 25°C maka akan berkurang 0,5% setiap perubahan temperaturnya. Temperatur tertinggi 26,2°C pada bulan Oktober, sedangkan temperature terendah 25,4°C pada bulan Juli, maka kenaikan menjadi 1,2°C, maka dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 P \text{ saat } 26,2^\circ\text{C} &= 0,5\% / ^\circ\text{C} \times P_{MPP} \times \Delta t \\
 &= 0,5\% / ^\circ\text{C} \times 200 \text{ W} \times 1,2 ^\circ\text{C} \\
 &= 1,2 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Keluaran daya saat temperature naik menjadi 26,2°C dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 PMPP_{\text{saat } 26,2^\circ\text{C}} &= P_{MPP} - P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ\text{C}} \\
 &= 200 \text{ W} - 1,2 \text{ W} \\
 &= 198,80 \text{ W}
 \end{aligned}$$

P_{MPP} saat 26,2°C adalah keluaran maksimum panel surya pada saat temperature disekitar panel naik menjadi 1,2°C dari suhu standar. Faktor koreksi temperature (*Temperatur Correction Factor*) dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 TCF &= \frac{PMPP_{\text{saat } 26,2^\circ\text{C}}}{PMPP} \\
 &= \frac{198,80}{200} \\
 &= 0,994
 \end{aligned}$$

Rata-rata waktu penyinaran matahari

Berdasarkan Tabel 4 rata-rata *Global Horizontal Irradiance* (GHI) diketahui sebesar 5,48 kWh/m²/d sehingga rata-rata waktu penyinaran matahari dapat dihitung dengan rumus:

$$PSH = \frac{GHI}{GSTC}$$

$$PSH = \frac{5,48 \text{ kWh/m}^2}{1000 \text{ W/m}^2}$$

$$PSH = \frac{5,48 \text{ kWh/m}^2}{1 \text{ kWh/m}^2}$$

$$PSH = 5,48 \text{ Jam}$$

Menghitung PV Area

Nilai PSH yang digunakan saat merancang PLTS ini adalah nilai PSH rata-rata minimum. Tujuan dari perancangan ini adalah walaupun dengan nilai insentitas mininum, PLTS tetap dapat memenuhi beban yang dibutuhkan. Nilai μ_{PV} adalah efisiensi panel surya 22,44% dan nilai μ_{out} adalah efisiensi investor.

Menghitung luas area array yang akan digunakan dengan rumus:

$$\begin{aligned} PV \text{ Area} &= \frac{E_L}{PSH \times \mu_{pv} \times TCF \times \mu_{out}} \\ &= \frac{4,60}{5,48 \times 0,2244 \times 0,944 \times 0,900} \\ &= 4,181 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dengan Area PV Array sebesar 4,181m², secara teknis layak untuk diterapkan, karenaluas atap Indekos SAHARI Semarang melebihi luas Area PV Array tersebut.

Menghitung daya yang dibangkitkan PLTS (Watt Peak)

Dari perhitungan area *array* maka besar daya yang dibangkitkan PLTS (*Watt Peak*) dapat ditentukan dengan *array* sebesar 4,181 m², *Peak Sun Insolation* (PSI) adalah 1000 W/m² dan efisiensi modul surya adalah 22,44% maka besar daya yang dibangkitkan PLTS *rooftop* dapat diperhitungkan sebagai berikut:

Menghitung besar daya yang akan dibangkitkan dengan rumus:

$$\begin{aligned} P_{\text{watt peak}} &= PV \text{ Area} \times GSTC \times \mu_{pv} \\ &= 4,181 \times 1000 \times 0,2244 \\ &= 934,314 \text{ Wp} \end{aligned}$$

Menghitung Jumlah Panel Surya

Dalam penelitian ini, rencana panel surya yang akan digunakan adalah panel surya. Panel surya yang digunakan untuk merencanakan PLTS pada Indekos SAHARI Semarang adalah panel surya dengan kapasitas 200Wp. Sehingga berdasarkan kapasitas panel surya yang digunakan, maka jumlah panel surya yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel surya} &= \frac{P_{\text{watt peak}}}{P_{MPP}} \\ \text{Jumlah panel surya} &= \frac{938,314}{200} \\ &= 4,692 \approx 5 \text{ buah} \end{aligned}$$

Menentukan Kapasitas Inverter

Dalam menentukan kapasitas inverter, perlu dipertimbangkan besar energi DC yang dihasilkan oleh array dan juga berapa besar daya yang akan dihasilkan oleh inverter. Perbandingan kapasitas input DC dan kapasitas output AC disebut dengan DC/AC ratio.

Investor merupakan komponen yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC sesuai tegangan PLN, pemilihan inverter kapasitasnya harus sesuai dengan kapasitas daya yang dilayani agar mendapat efisiensi kerja inverter maksimal. Dengan daya yang dihasilkan sebesar xx pada setiap phasanya perlu inverter yang dapat mengubah sesuai tegangan PLN. Menggunakan satu inverter sof ar solar 1100 tl-g3.

Simulasi pada PVSyst

Pilih jenis koneksi PLTS yang ingin kita gunakan, selanjutnya Run simulasi yang dibuat. Dari hasil perencanaan menggunakan software PVSyst dapat dilihat untuk mensuplai daya pada Indekos SAHARI Semarang maka digunakan Panel surya sebanyak 5 modul kapasitas 200Wp. Dimana luas area yang dibutuhkan sebesar 4,5 m² hanya untuk instalasi panel surya.

Realisasi Perencanaan PLTS

Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka dapat kapasitas PLTS untuk membebani beban pada atap Indekos SAHARI sebesar 1000Wp dengan panel 200Wp sebanyak 5 Unit.

Analisis Ekonomi

Menghitung Biaya Investasi Awal

Biaya investasi adalah biaya komponen-komponen yang akan digunakan dalam pemasangan PLTS.

Tabel 5. Biaya Investasi Awal

No	Nama Komponen	Volume	Harga	Jumlah Harga
1	PV ICA200-72 Monocrystalline 200 W	5 Unit	2.090.000	10.450.000
2	Inverter Sofar Solar 1100-3300TL	1 Unit	7.600.000	7.600.000
3	Kabel, Soket dan Kebutuhan Lainnya	1 Paket	5.000.000	5.000.000
4	Rak Panel Surya	5 Unit	500.000	2.500.000
5	Biaya Ongkos Pemasangan	1 Ls	2.000.000	2.000.000
Total Harga				27.550.000
Terbilang: Dua puluh tujuh juta lima ratus lima puluh ribu rupiah				

Menghitung Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya operasional dan pemeliharaan pada PLTS umumnya sebesar 1-2% dari total biaya investasi. Biaya operasional dan pemeliharaan pada penelitian ini diasumsikan sebesar 2% dikarenakan sistem PLTS untuk indekos Sahari yang memanfaatkan atap gedung yang cukup tinggi sebagai tempat untuk meletakkan panel surya.

$$OP = 2\% \times \text{Investasi Awal}$$

$$OP = 2\% \times 27.550.000$$

$$OP = 551.000 / \text{Tahun}$$

Biaya siklus hidup PLTS (*life cycle cost*)

Biaya siklus hidup PLTS dapat dihitung dengan menjumlahkan biaya investasi yang dibutuhkan dengan biaya pemeliharaan dan operasionalnya. $LCC = C + Mpw$ PLTS ini diperkirakan dapat beroperasi selama 20 tahun. Untuk mengetahui berapa biaya yang harus dikeluarkan maka perlu di pertimbangkan tingkat diskonto sebesar 8,04%. Sehingga besarnya biaya (present value) PLTS selama beroperasi dalam waktu 20 tahun yaitu:

$$Mpw = OP \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$= 551.000 \left[\frac{(1 + 0,0804)^{20} - 1}{0,0804(1 + 0,0804)^{20}} \right]$$

$$= \text{Rp } 5.393.734,-$$

Sehingga biaya siklus hidup (LCC) untuk PLTS yang akan dikembangkan selama umur proyek 20 tahun diperoleh sebagai berikut:

$$\text{LCC} = C + \text{Mpw}$$

$$= 27.550.000 + 5.393.734$$

$$= \text{Rp. } 32.943.734,-$$

Menghitung Biaya Energi PLTS (Levelized Cost of Energy)

Biaya Energi (*Levelized Cost of Energy*) suatu PLTS, ditentukan oleh biaya siklus hidup (LCC), faktor pemulihan modal (CRF) dan kWh produksi tahunan. Faktor pemulihan modal untuk mengkonversi semua arus kas biaya siklus hidup menjadi serangkaian biaya tahunan dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{CRF} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0,0804(1+0,0804)^{20}}{(1+0,0804)^{20} - 1} = 0,102$$

Untuk pemakaian energi tahunan PLTS dapat diperhitungkan sebagai berikut:

$$\text{AkWh tahunan} = \text{kWh produksi harian} \times 36 = 12,19 \text{ kWh} \times 365 = 4.449 \text{ kWh}$$

Perhitungan besar biaya energi (COE) untuk PLTS yaitu :

$$\text{COE} = \frac{\text{LCC} \times \text{CRF}}{\text{AkWh}} = \frac{32.943.734 \times 0,102}{4.449} = 756,38 \approx 800 / \text{kWh}$$

Analisis Kelayakan Investasi PLTS

Untuk arus kas masuk tahunan PLTS dihasilkan dengan mengalikan kWh produksi tahunan PLTS dengan biaya energi. Sedangkan faktor diskontonya pada tahun pertama dengan tingkat diskonto sebesar 8,04%, adalah:

$$\text{DF} = \frac{1}{(1+i)^n} = \frac{1}{(1+0,0804)^1} = 0,93$$

Tabel 6. Pengolahan Arus Kas PLTS rooftop Indeks SAHARI

Thn	Biaya	Arus Kas Masuk	Arus Kas Keluar	Arus Kas Bersih (NFC)	Discount Factor (DF)	Presen Value NFC	Kumulatif PV NCF
0	27.550.000						
1		4.902.680	551.000	4.351.680	0,93	4.027.842	4.027.842
2		4.902.680	551.000	4.351.680	0,86	3.728.102	7.755.944
3		4.902.680	551.000	4.351.680	0,79	3.450.668	11.206.612
4		4.902.680	551.000	4.351.680	0,73	3.193.880	14.400.492
5		4.902.680	551.000	4.351.680	0,68	2.956.202	17.356.694
6		4.902.680	551.000	4.351.680	0,63	2.736.210	20.092.905
7		4.902.680	551.000	4.351.680	0,58	2.532.590	22.625.495
8		4.902.680	551.000	4.351.680	0,54	2.344.123	24.969.618
9		4.902.680	551.000	4.351.680	0,50	2.169.680	27.139.298
10		4.902.680	551.000	4.351.680	0,46	2.008.220	29.147.518
11		4.902.680	551.000	4.351.680	0,43	1.858.774	31.006.292
12		4.902.680	551.000	4.351.680	0,40	1.720.450	32.726.742
13		4.902.680	551.000	4.351.680	0,37	1.592.419	34.319.161
14		4.902.680	551.000	4.351.680	0,34	1.473.917	35.793.078
15		4.902.680	551.000	4.351.680	0,31	1.364.232	37.157.310
16		4.902.680	551.000	4.351.680	0,29	1.262.710	38.420.020
17		4.902.680	551.000	4.351.680	0,27	1.168.743	39.588.764
18		4.902.680	551.000	4.351.680	0,25	1.081.769	40.670.533
19		4.902.680	551.000	4.351.680	0,23	1.001.267	41.671.800

20	4.902.680	551.000	4.351.680	0,21	926.756	42.598.556
----	-----------	---------	-----------	------	---------	------------

Net Present Value (NPV)

Nilai *Net Present Value* (NPV) dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - IA$$

Tabel 5 menunjukkan bahwa total nilai sekrang arus kas bersih (PV NCF) yang merupakan hasil perkalian antara arus kas bersih (NCF) dengan factor diskonto (DF) adalah sebesar adalah sebesar Rp. 29.147.518 sehingga dengan biaya investasi awal sebesar Rp. 27.550.000 maka besar nilai NPV adalah:

$$NPV = 29.147.518 - 27.550.000 = 1.597.518$$

Hasil perhitungan *Net Present Value* (NPV) yang bernilai positif sebesar Rp. 1.597.518 (>0), menunjukkan bahwa investasi PLTS yang akan dikembangkan tersebut layak untuk dilaksanakan.

Discounted Payback Period (DPP)

Discounted Payback Period (DPP) diperoleh dengan menghitung berapa tahun nilai sekarang arus kas bersih kumulatif (kumulatif PV NCF) akan sama dengan nilai investasi awal.

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada tahun ke-9, kumulatif PV NCF mendekati nilai investasi awal dengan kekurangan sebesar Rp. 410.701,- yaitu dari Rp. 27.550.000 – Rp. 27.139.298. Dalam tahun ke-10, nilai arus kas bersih (PV NCF tahun ke-10) adalah sebesar Rp. 2.008.220,- maka lama waktu yang diperlukan adalah sekitar 2 bulan (0,2 bulan dari 12 bulan) yang diperoleh dari:

$$\frac{Rp. 410.701}{Rp. 2.008.220} = 0,20$$

Diperoleh *Discounted Payback Period* (DPP) sekitar 9 tahun 2 bulan untuk menunjukkan bahwa investasi PLTS yang akan dikembangkan dengan system 1000 Wp pada jangka waktu 20 tahun yang akan datang layak untuk dilaksanakan. Hal ini karena DPP yang dihasilkan menunjukkan waktu yang lebih cepat dari periode umur proyek yang ditetapkan, yaitu 20 tahun.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian studi kelayakan perencanaan teknis PLTS atap on-grid 1000Wp untuk bisnis Indekos SAHARI Semarang, maka dapat disimpulkan Area yang digunakan untuk perancangan PLTS on grid 1000Wp di Indekos adalah m². Peralatan PLTS ongrid 1000 adalah 5 panel surya monocrystalline.

Berdasarkan perhitungan dapat diketahui Perencanaan PLTS Atap di Indekos SAHARI Semarang akan menopang sebesar 37,74% dari daya yang terpasang yaitu 4,60 kWh, sedangkan untuk kontribusi dari PLN sebesar 62,26% dari daya 7,59 kWh.

PLTS Indekos SAHARI dapat menghasilkan sistem pembangkit sebesar 934,314 Wp dengan energi Analisis kelayakan investasi perencanaan PLTS atap *On-Grid* di Indekos SAHARI dengan metode *Net Present Value* (NPV) yang bernilai positif sebesar Rp. 1.597.518 (>0), *Discounted Payback Period* (DPP) sekitar 9 tahun 2 bulan untuk

menunjukkan bahwa investasi PLTS yang akan dikembangkan dengan system 1000 Wp pada jangka waktu 20 tahun yang akan datang layak untuk dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Keputusan Menteri ESDM Nomor 143K/20/MEM/2019 tentang Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional Tahun 2019-2038”.
- [2] D. Suryana and M. M. Ali, “Pengaruh Temperatur / Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus : Baristand Industri Surabaya),” vol. 2, no. 1, pp. 5–8, 2016.
- [3] E. Radwitya, Y. Chandra, E. Radwitya, and Y. Chandra, “Perencanaan Plts On Grid Dilengkapi Panel Ats Di Laboratorium Teknik Elektro Politeknik Negeri Ketapang Indonesia,” vol. 3, no. 1, pp. 52–58, 2020, doi: 10.32493/epic.v3i1.5740.
- [4] Hilma, “Peraturan menteri esdm baru terkait plts atap,” 2024.
- [5] Pln, “PLN. 2021. Statistik PLN 2021. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).”.
- [6] Harun Pratama, A., & Ismail, M. (2026). Studi Perancangan Perangkat Hidroponik TANI-V1 Menggunakan Solar Panel dan Mikrokontroler di SMAN 12 Palembang. CYCLOTRON, 9(01), 79–86. <https://doi.org/10.30651/ct.v9i01.29009>
- [7] Ismail, M., Arifin, B., Nugroho, A.A., Jati, B.P. and Hapsari, J.P., 2024. Pemberdayaan Kelompok Tani Green House Desa Manggihan Getasan melalui Penerapan Smart Farming Menggunakan Energi Terbarukan. Indonesian Journal of Community Services, 6(1), pp.8-15.
- [8] T. Lembaran, “PERMEN ESDM No 2 Tahun 2024 Tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Yang Terhubung Pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Kepentingan Umum,” vol. 2024, 2024.