

Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Kampus 2 Universitas Pamulang

Muhammad Sopiansyah Iqbal¹, Oky Supriadi¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

¹Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

¹sopiansyahiqbal.1999@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 8 Agustus 2024
revisi : 7 Oktober 2024
diterima : 8 November 2024
dipublish : 30 November 2024

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan energi matahari. Untuk memenuhi kebutuhan listrik maka sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menggunakan panel surya yang dapat dihubungkan dengan sistem jaringan on-grid. Salah satunya pada rooftop gedung kampus 2 Universitas Pamulang dengan memanfaatkan dan mengoptimalkan atap gedung sebagai salah satu lahan untuk pemasangan panel surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar potensi energi pada gedung kampus 2 Universitas Pamulang serta mengetahui potensi biaya ekonomi. Penelitian dilakukan pada lokasi rooftop gedung A, gedung B dan gedung C, menentukan luas dan titik koordinat pada rooftop gedung dan menentukan biaya ekonomi kampus 2 Universitas Pamulang. Hasil pengukuran yang dilakukan diketahui potensi radiasi matahari rata-rata setiap gedung yaitu gedung A sebesar 447,9 W/m² pada gedung B sebesar 480,8 W/m² dan gedung C sebesar 450,8 W/m² sedangkan hasil biaya ekonomi harga energi pembangkit PLTS on grid ke PLN sebesar Rp. 683,79 kWh lebih murah dibandingkan harga pemakaian dalam jaringan PLN sebesar Rp. 1.444,70 kWh, serta perkiraan biaya awal adalah sebesar Rp. 836.341.200,00 rupiah dan hasil biaya pengembalian modal dari investasi jangka waktu yaitu selama 12 tahun. Berdasarkan hasil dari pengukuran menunjukkan bahwa potensi terbesar pada rooftop gedung kampus 2 Universitas Pamulang untuk pemangsangan PLTS on grid berkapasitas 50 kWp yang memiliki potensi terbesar pada rooftop gedung B.

Kata kunci : PLTS; On-Grid; Hasil Biaya Ekonomi

ABSTRACT

To meet electricity needs, the solar power generation system (PLTS) uses solar panels that can be connected to an on-grid network system. One of them is on the rooftop of the Pamulang University campus building 2 by utilizing and optimizing the roof of the building as one of the lands for installing solar panels. This study aims to determine how much energy potential is in the Pamulang University campus 2 building and to determine the potential economic costs. The research was conducted at the rooftop location of building A, building B and building C,

determining the area and coordinates on the rooftop of the building and determining the economic costs of Pamulang University campus 2. The results of measurements carried out are known to the average solar radiation potential of each building, namely building A of 447.9 W/m² in building B of 480.8 W/m² and building C of 450.8 W/m². PLTS on grid to PLN for Rp. 683.79 kWh is cheaper than the price of usage in the PLN network of Rp. 1,444.70 kWh, and the estimated initial cost is Rp. 836,341,200.00 rupiah and the return on investment costs for a period of 12 years. Based on the results of the measurements, it shows that the greatest potential is on the rooftop of the Pamulang University campus building for the installation of PLTS on grid with a capacity of 50 kWp which has the greatest potential on the rooftop of building B.

Keywords : PLTS;On-Grid; Economic cost result

PENDAHULUAN

Saat ini, potensi energi baru terbarukan di Indonesia memiliki banyak sumber pembangkit listrik, seperti tenaga surya (matahari), angin, air, biomassa dan panas bumi yang bersih dan ramah lingkungan. Sumber dari energi baru terbarukan seperti cahaya matahari bisa melimpah dan hampir merata di seluruh wilayah Indonesia. Karena negara Indonesia terletak di garis khatulistiwa, maka Indonesia memiliki potensi sumber energi matahari yang sangat melimpah dengan intensitas matahari sekitar 8 jam/hari dan rata-rata sekitar 4,8 kWh/m²/hari di seluruh Indonesia (Pahlevi et al., 2024). Sel surya sering disebut sebagai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atau sel surya. Karena energi matahari merupakan salah satu sumber energi yang menjanjikan dan ramah lingkungan, tidak tercemar oleh transformasi energi dan banyak digunakan sebagai sumber energi. Oleh karena itu, tidak ada kontaminasi yang terjadi selama proses konversi energi dan juga sumber energi banyak tersedia (Usman, 2020)(Perencanaan et al., 2022). Untuk itu, sinar matahari merupakan salah satu energi terbarukan dan memiliki potensi yang besar, sehingga perlu dimanfaatkan. Tetapi pemanfaatannya bisa dikatakan belum optimal sebab biaya pembangkitan energi listrik terbarukan, seperti tenaga surya itu tidak dapat bersaing dengan biaya pembangkitan listrik berbahan bakar energi fosil seperti (bahan bakar minyak, gas bumi, dan batu bara). Walaupun pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya belum optimal, tetapi sudah cukup banyak dimanfaatkan pada pegunungan dan perumahan (Dwisi et al., 2023).

Salah satunya merupakan kampus 2 Universitas Pamulang (UNPAM) yang terletak di Jalan Puspittek, kampus ini merupakan salah satu institusi yang memanfaatkan lahan kosong di atap gedung sebagai lokasi penempatan panel surya dengan mengandalkan sumber energi matahari dengan sistem jaringan yang dipasok dari jala-jala jaringan PLN (On Grid). Potensi yang dapat dimanfaatkan adalah energi matahari karena panel surya mengubah radiasi dari matahari menjadi energi listrik (Damiri & Lamania, 2023).

Adapun penelitian ini bertujuan guna untuk memanfaatkan serta mengoptimalkan penggunaan lahan diatas gedung dan mengetahui potensi energi surya pada gedung

Kampus 2 Universitas Pamulang dengan sistem terinterkoneksi (*on grid*) berkapasitas 50 kWp serta mengetahui potensi ekonominya (Hutajulu et al., 2020).

TEORI

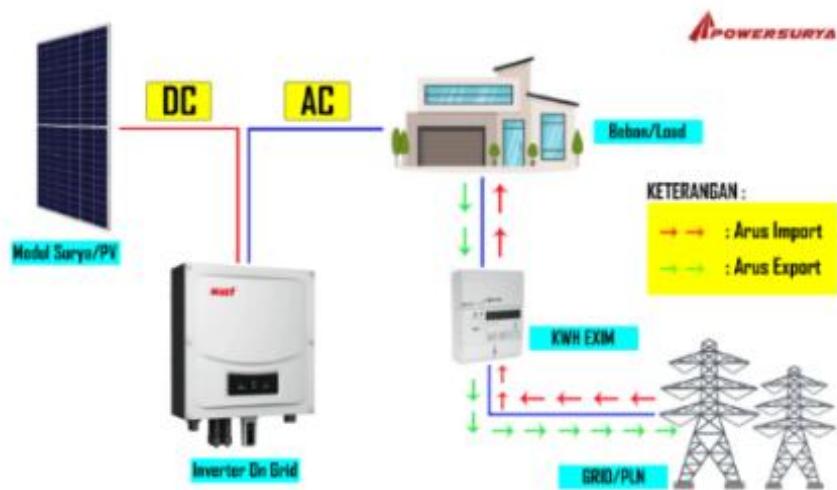
Panel Surya merupakan sebuah perangkat dikembangkan oleh para ilmuwan untuk merubah sinar matahari menjadi energi listrik. ilmuwan sedang mengembangkan PV berdasarkan prinsip mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Sel surya adalah komponen yang terbuat dari semikonduktor, memiliki sifat endoternik lebih baik daripada semikonduktor. Efek *photovoltaic* adalah fenomena dimana dua elektroda terhubung ke sistem padat atau cair menghasilkan tegangan seketika terkena radiasi. Sel surya atau *solar cell* disebut sebagai *photovoltaic* (PV). Panel surya dapat menerima radiasi matahari saat siang hari dan mengubahnya menjadi energi listrik melalui proses yang disebut proses/prinsip *photovoltaic*. Proses ini ditemukan pada tahun 1839 oleh seorang Fisikawan Prancis yang bernama Bacquere. Daya yang dihasilkan oleh panel surya adalah DC dan panel surya tidak dapat menghasilkan daya secara langsung di malam hari, jadi baik mengarahkan/menggunakannya langsung dari beban DC atau menyimpan di baterai sebelum memberi makan langsung ke beban untuk penggunaan malam hari. Untuk menggunakan bus dengan beban AC (Arus Bolak-balik) maka perlu dirubah dulu dari DC ke AC menggunakan inverter. Berikut ini gambar 1 menunjukkan struktur sel surya (Rahman et al., 2020):



Gambar 1. Panel Surya.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah sistem pembangkit tenaga listrik berupa energi dari radiasi matahari dan dikonversi menjadi tegangan listrik oleh sel surya. Sebuah sistem *photovoltaic* mengubah radiasi matahari menjadi energi. Semakin tinggi sinar matahari mengenai sel surya semakin besar daya yang dihasilkan. PLTS adalah suatu teknologi yang potensial diterapkan karena penyimpangan radiasi matahari dari garis khatulistiwa Indonesia yang beriklim tropis. PLTS dapat diproduksi melalui berbagai jenis instalasi dalam konfigurasi sistem terpusat ataupun maksimum, dan setiap aplikasi dapat bersifat *on grid* atau *off grid* (Rachmi et al., 2020).

PLTS Sistem *On-Grid* juga dikenal sebagai *grid tie*, didukung oleh *photovoltaic* yang menghasilkan energi listrik bebas bahan emisi yang ramah lingkungan dan bebas bakar. Sistem penyambungan ke jaringan tetap terhubung dengan jaringan listrik yang dihasilkan oleh jaringan PLN, sehingga konsumsi daya siang hari dipasok oleh dua sumber fotovoltaik dan jaringan PLN. Penggunaan energi listrik pada malam hari tidak dapat digunakan karena tidak adanya penyimpanan energi listrik, oleh karena itu, penggunaan energi listrik sepenuhnya menggunakan energi listrik dari PLN, dan penggunaan sistem penyambungan ke jaringan listrik hanya digunakan pada waktu siang hari, oleh karena itu, biaya penggunaan dapat meningkatkan dan biaya kontruksi sistem dapat meningkat. Gambar 2 berikut menunjukkan skematik dari panel surya *On-Grid* (Achmad, 2023).



Gambar 2. PLTS Sistem *On-Grid* .

Initial Capital Cost Merupakan biaya modal untuk pengadaan komponen yang terdapat dalam sistem PLTS terdiri dari panel dan inverter (Abil & Nurul, 2019). Ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Biaya modal awal} = \text{Biaya PV} + \text{Biaya Inverter} \quad (1)$$

$$\text{Biaya PV} = \text{Jumlah unit PV} \times \text{Harga PV per unit} \quad (2)$$

$$\text{Biaya Inverter} = \text{Jumlah Unit Inverter} \times \text{Harga Inverter per unit} \quad (3)$$

Net Present Cost (NPC) adalah total harga atau komponen-komponen serta biaya pengoperasian dan perawatan yang digunakan dalam *project* yang sedang dikerjakan. Ini juga termasuk pemeliharaan dan biaya yang terkait dengan komponen.(Mehta & Basak, 2020) persamaan sebagai berikut:

$$\text{NPC} = \text{Capital Cost} + \text{Replacement Cost} + \text{O&M Cost} + \text{Fuel Cost} + \text{Salvage} \quad (4)$$

Capital Cost = Biaya modal komponen (Rp)

Replacement Cost = Biaya pergantian komponen. (Rp)

O&M Cost = Biaya operasional dan perawatan. (Rp)

Fuel Cost = Biaya bahan bakar. (Rp)

Salvage = Biaya yang tersisa pada komponen. (Rp)

Cost Of Energy (COE) adalah harga produksi energi 1/kWh. energi listrik bisa dicari menggunakan perhitungan COE. (Mehta & Basak, 2020) dengan persamaan sebagai berikut:

$$COE = \frac{C_{ann,tot}}{E_{tot\ served}} \quad (5)$$

$C_{ann,tot}$ = total *annualize cost* atau biaya total tahunan yang digunakan untuk pembangkit.

$E_{tot\ served}$ = total energi tahunan yang tersedia untuk beban (kWh).

Total Produksi Energi, adalah total energi yang dihasilkan selama pembangkit listrik terus beroperasi (Abil & Nurul, 2019). dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$E_{tot\ produksi} = E_{photovoltaic} + E_{grid} \quad (6)$$

$E_{tot\ produksi}$ = total produksi energi (kWh)

$E_{photovoltaic}$ = total produksi energi photovoltaic (kWh)

E_{grid} = total produksi energi dari grid PLN (kWh)

Simple payback adalah pengembalian modal jangka waktu yang dibutuhkan untuk menutupi pengeluaran investasi dengan keuntungan. pada PLTS, *simple payback* bertujuan untuk menghitung jangka waktu yang untuk menutupi biaya investasi berdasarkan biaya energi tahunan (Mehta & Basak, 2020). Adapun perhitungan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Sp = \frac{IC}{AEP \times Rp/kWh} \quad (7)$$

SP = Simple Payback (Rp)

IC = Initial Capital atau total biaya awal komponen pembangkit. (Rp)

AEP = Annual Energy Production atau total biaya produksi (kWh/tahun)

Rp/kWh = Harga biaya pemakaian PLN (kWh)

METODOLOGI

Untuk memperoleh data dan bukti dari lapangan saat melakukan kegiatan penelitiannya. Berdasarkan hasil penelitian, adalah untuk mengambil data yang terdapat dilapangan dan menarik kesimpulan secara ilmiah.

Tujuan penelitian ini membutuhkan data untuk mendukung analisis potensi pembangkit listrik tenaga surya pada kampus 2 Universitas Pamulang antara lain:

1. Menentukan tiga lokasi pada *rooftop* gedung A, gedung B dan gedung C, yaitu mengukur potensi radiasi matahari dan suhu lingkungan menggunakan alat ukur seaward solar 200R.
2. Menentukan luas dan titik koordinat pada *rooftop* gedung yang akan dijadikan tempat PLTS dipasang diketahui dari *Google Earth*.
3. Menentukan biaya potensi ekonomi PLTS 50 kWp di kampus 2 Universitas Pamulang.

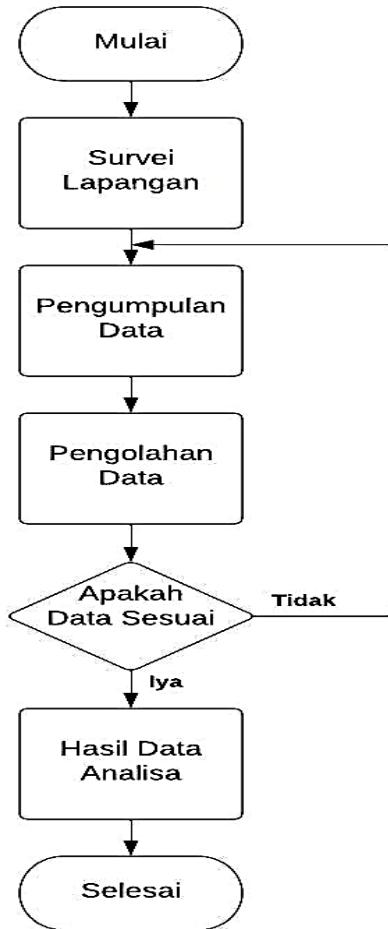
Pengolahan Data:

1. Menghitung rata-rata radiasi matahari dan rata-rata suhu lingkungan dalam satu hari selama kurun waktu 7 hari (seminggu).
2. Menghitung rata-rata perbandingan radiasi matahari terdiri dari tiga lokasi pada *rooftop* gedung A, gedung B dan gedung C.
3. Menghitung daya keluaran dalam setiap gedung serta menghitung biaya ekonomi sistem PLTS *on-grid* 50 kWp.

Analisa Hasil Data:

1. Melakukan analisis data hasil rata-rata radiasi matahari, rata-rata suhu serta titik koordinat dan ketinggian gedung A, gedung B dan Gedung C.
2. Melakukan analisis data hasil rata-rata daya keluaran pada *rooftop* gedung A, gedung B dan gedung C yang akan dijadikan tempat pemasangan PLTS.
3. Melakukan hasil perhitungan ekonomi biaya modal awal komponen-komponen, total energi, total produksi dan biaya modal balik pada sistem PLTS *on-grid* 50 kWp.

Beberapa tahapan yang harus dilaksanakan menganalisis potensi pada kampus 2 Universitas Pamulang agar penelitian ini lebih terarah maka dibuat alur penelitian tersebut:



Gambar 3. Flowchart.

Tahapan perancanaannya adalah:

1. Mulai untuk tahapan memulai mencari judul dan mengumpulkan jurnal penelitian.
2. Survei lapangan dengan menentukan lokasi untuk penempatan panel surya.
3. Pengumpulan data mengumpulkan data yang sesuai dengan judul penelitian.
4. Pengolahan data Mengolah hasil data pengujian yang sudah didapat/dikumpulkan untuk mempermudah saat melakukan penelitian.
5. Data sesuai Setelah sesuai atau tidak dengan penelitian. jika data tidak sesuai maka kembali ke blok pengumpulan data.
6. Hasil analisa data Dari hasil analisa data, kemudian dilakukan evaluasi hasil data.
7. Selesai merupakan tahapan ketika data sudah terkumpul dan telah di uji dan dinyatakan sama dengan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

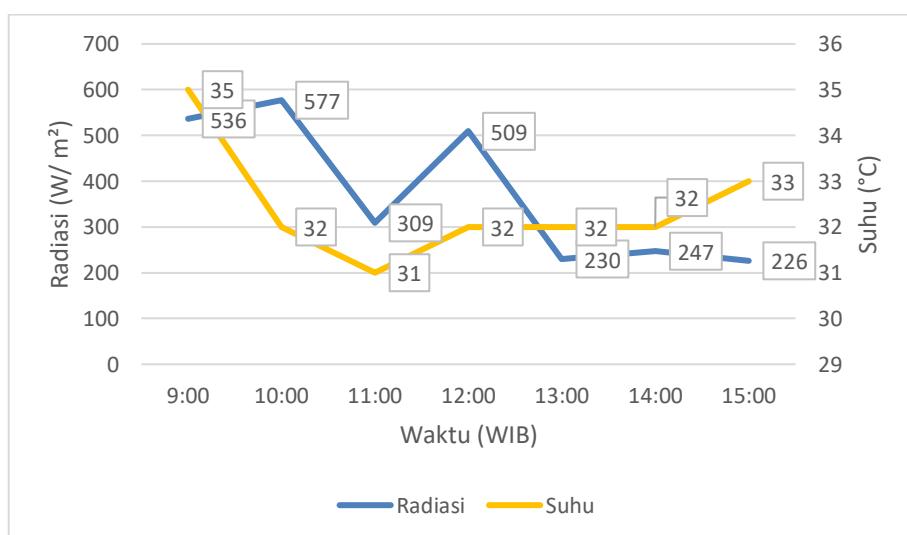
Hasil pengukuran data dilapangan selama 7 hari yaitu dimulai dari pukul 09:00 hingga 15:00 WIB pada 20 juni 2022 sampai 26 juni 2022. Pengambilan data dilapangan dengan menentukan 3 lokasi yaitu gedung A, gedung B dan gedung C. Setiap gedung kampus 2 Universitas Pamulang untuk mengetahui potensi tempat pemasangan PLTS *on grid*. Untuk tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Gedung A Hari Ke 1.

Gedung A		Hari/Tanggal: Senin, 20 Juni 2022			
Jam	Radiasi (W/ m ²)	Suhu (°C)	Latitude (D°M'S")	Longitude (D°M'S")	Ketinggian (m)
09.00	536	35	6°20'45"S	106°41'31"E	62
10.00	577	32	6°20'45"S	106°41'31"E	62
11.00	309	31	6°20'45"S	106°41'31"E	62
12.00	509	32	6°20'45"S	106°41'31"E	62
13.00	230	32	6°20'45"S	106°41'31"E	62
14.00	247	32	6°20'45"S	106°41'31"E	62
15.00	226	33	6°20'45"S	106°41'31"E	62

Rata-rata: 376,3 32,4

Berdasarkan pengambilan data *rooftop* gedung A pada tabel 1 diketahui radiasi dan suhu lingkungan menggunakan grafik pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik Radiasi dan Suhu Pada Gedung A Hari Ke 1.

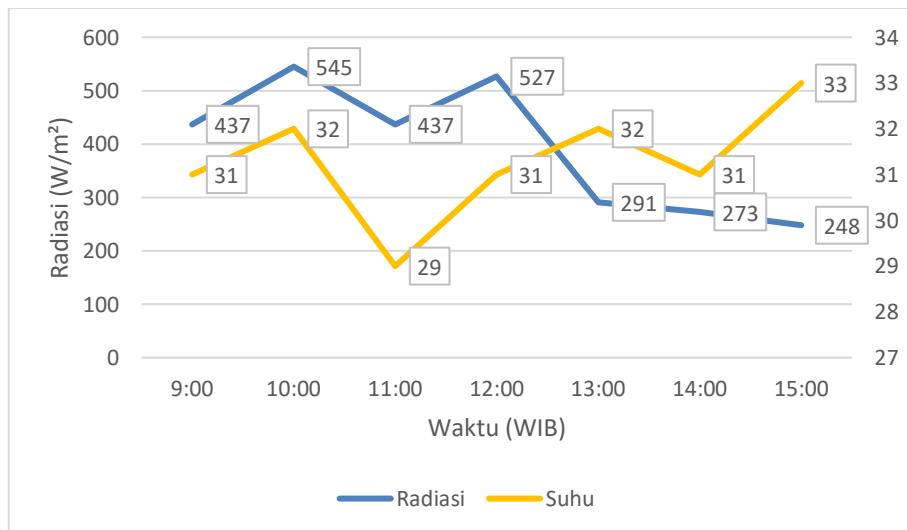
Hasil pengukuran hari ke-1 pada pukul 10.00 WIB memperlihatkan radiasi matahari tertinggi 577 W/m² dengan suhu lingkungan 32°C. Sedangkan radiasi matahari terendah pada pukul 15:00 WIB dengan radiasi matahari terendah 226 W/m² dengan suhu lingkungan 33°C dan rata-rata setiap harinya gedung A radiasi matahari adalah sebesar 376,3 W/m² dan suhu rata-rata setiap harinya gedung A adalah sebesar 32,4°C.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Gedung B Hari Ke 1.

Gedung B		Hari/Tanggal: Senin, 20 Juni 2022			
Jam	Radiasi (W/ m ²)	Suhu (°C)	Latitude (D°M'S")	Longitude (D°M'S")	Ketinggian (m)
09.00	437	31	6°20'45"S	106°41'30"E	60
10.00	545	32	6°20'45"S	106°41'30"E	60
11.00	437	29	6°20'45"S	106°41'30"E	60
12.00	527	31	6°20'45"S	106°41'30"E	60
13.00	291	32	6°20'45"S	106°41'30"E	60
14.00	273	31	6°20'45"S	106°41'30"E	60
15.00	248	33	6°20'45"S	106°41'30"E	60

Rata-rata: 394 31,3

Berdasarkan pengambilan data *rooftop* gedung C pada tabel 2 diketahui radiasi dan suhu lingkungan menggunakan grafik pada gambar 5.


Gambar 5. Grafik Radiasi dan Suhu Pada Gedung B Hari Ke 1.

Hasil pengukuran gedung B hari ke-1 pada pukul 10:00 WIB memperlihatkan radiasi matahari tertinggi 545 W/m² dengan suhu lingkungan 32°C. Sedangkan radiasi matahari terendah di gedung B pada pukul 15:00 WIB dengan radiasi matahari 248 W/m² dengan

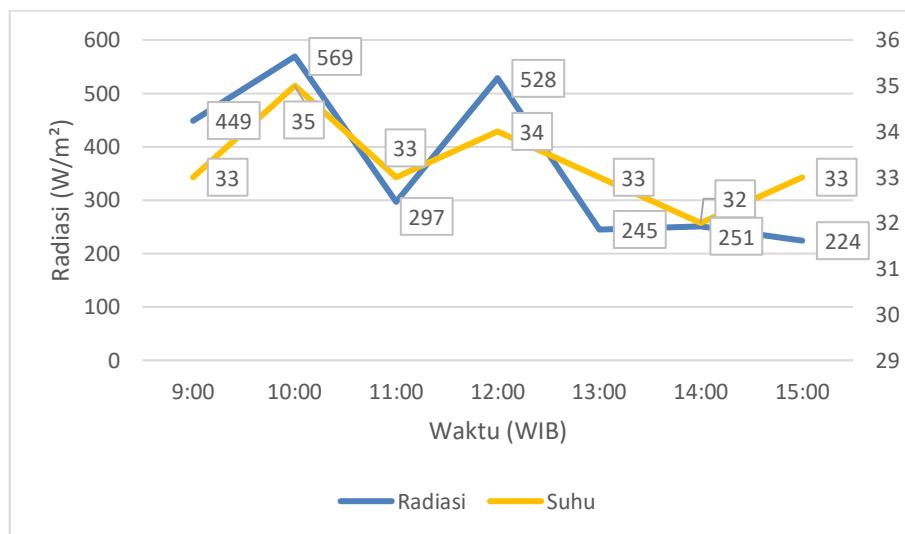
suhu lingkungan 33°C dan rata-rata setiap harinya gedung B radiasi matahari adalah sebesar 394 W/m^2 dan suhu rata-rata setiap harinya gedung B adalah sebesar $31,3^{\circ}\text{C}$.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Gedung C Hari Ke 1.

Gedung C		Hari/Tanggal: Senin, 20 Juni 2022			
Jam	Radiasi (W/ m ²)	Suhu (°C)	Latitude (D°M'S")	Longitude (D°M'S")	Ketinggian (m)
09.00	449	33	6°20'45"S	106°41'29"E	61
10.00	569	35	6°20'45"S	106°41'29"E	61
11.00	297	33	6°20'45"S	106°41'29"E	61
12.00	528	34	6°20'45"S	106°41'29"E	61
13.00	245	33	6°20'45"S	106°41'29"E	61
14.00	251	32	6°20'45"S	106°41'29"E	61
15.00	224	33	6°20'45"S	106°41'29"E	61

Rata-rata: 366,1 33,3

Berdasarkan pengambilan data *rooftop* gedung C pada tabel 3 diketahui radiasi dan suhu lingkungan menggunakan grafik pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Radiasi dan Suhu Pada Gedung C Hari Ke 1.

Hasil pengukuran gedung C hari ke-1 pada pukul 10:00 WIB memperlihatkan radiasi matahari tertinggi 569 W/m^2 dengan suhu lingkungan sekitar 35°C . Sedangkan radiasi terendah di gedung C pada pukul 15:00 WIB dengan radiasi 224 W/m^2 dengan suhu lingkungan 33°C dan rata-rata setiap harinya gedung C radiasi matahari adalah sebesar $366,1 \text{ W/m}^2$ dan suhu rata-rata setiap harinya gedung C adalah sebesar $33,3^{\circ}\text{C}$.

Berdasarkan hasil nilai ekonomi pembangkit yang bersistem PLTS dengan *grid* PLN. Maka didapatkan *initial capital cost* atau total biaya awal seperti komponen-komponen pembangkit panel surya dan inverter sistem ini adalah untuk total modal awal dari sistem PLTS ini sebesar Rp. 401.600.000,00 Hasilnya dihitung persamaan 1, 2 dan 3 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Biaya Panel Surya} &= 108 \times \text{Rp. } 3.200.000,00 \\ &= \text{Rp. } 345.600.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya Inverter} &= 1 \times \text{Rp. } 56.000.000,00 \\ &= \text{Rp. } 56.000.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya Modal Awal} &= \text{Rp. } 345.600.000,00 + \text{Rp. } 56.000.000,00 \\ &= \text{Rp. } 401.600.000,00\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil dari NPC atau harga total dari keseluruhan dari sistem ini seperti biaya modal komponen serta biaya pengoperasian, perawatan, penggantian komponen, bahan bakar, sisa komponen yang digunakan dalam *project* pembuatan PLTS sistem *on-grid*. Adapun hasil perhitungan menggunakan persamaan 4 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{NPC} &= \text{Rp. } 401.600.000,00 + \text{Rp. } 0 + \text{Rp. } 434.741.220,69 + \text{Rp. } 0 + \text{Rp. } 0 \\ &= \text{Rp. } 836.341.221\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil biaya operasi pembangkit dengan PLN serta energi yang dibeli dari cost of energy atau harga biaya energi listrik yang berproduksi per kWh. Adapun hasil perhitungan menggunakan persamaan 5 sebagai berikut:

1. Skenario 1 (PLTS On Grid)

$$\begin{aligned}\text{COE} &= \frac{\text{Rp. } 33.629.140}{49.180} \\ &= \text{Rp. } 683,79 \text{ kWh}\end{aligned}$$

2. Skenario 2 (PLN)

Berdasarkan biaya operasi sebesar Rp. 71.061.060,00 dan energi yang dibeli per kWh sebesar 49.180 dah harga energi listrik yang dihasilkan jaringan PLN harga biaya energi listrik per kWh. Adapun perhitungan menggunakan persamaan 5 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{COE} &= \frac{\text{Rp. } 71.061.060}{49.180} \\ &= \text{Rp. } 1.444 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Berdasar hasil total produksi energi yang dihasilkan selama pembangkit beroperasi dengan PLN menghasilkan daya. Untuk skenario 1 total produksi energi yang bersumber *photovoltaic* sebesar 48.0049 kWh dan biaya yang dibeli dari PLN sebesar 19.826 kWh. Adapun hasil perhitungan menggunakan persamaan 6 sebagai berikut:

1. Skenario 1 (PLTS On Grid)

$$\begin{aligned} E_{\text{tot.produksi}} &= 48.049 + 19.826 \\ &= 67.876 \text{ kWh} \end{aligned}$$

2. Skenario 2 (PLN)

Berdasarkan total produksi energi dari jaringan PLN atau biaya yang dibeli yaitu menghasilkan daya. Untuk skenario 2 total produksi energi yang bersumber PLN sebesar 49.180 kWh. Adapun perhitungan menggunakan persamaan 6 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E_{\text{tot.produksi}} &= 0 + 49.180 \text{ kWh} \\ &= 49.180 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Berdasarkan *simple payback* atau biaya pengembalian modal untuk jangka waktu pengembalian modal awal dari total biaya awal komponen dan total produksi energi serta harga pemakaian sistem PLN. Adapun perhitungan menggunakan persamaan 2.13 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Sp &= \frac{\text{Rp. } 836.341.200}{48.049 \times 1.444,70} \\ &= \frac{\text{Rp. } 836.341.200}{69.416.390} \\ &= 12,0 \\ &= 12 \text{ Tahun} \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Hasil dari potensi ekonomi PLTS on grid diperoleh bahwa untuk total biaya awal pembelian komponen sebesar Rp. 401.600.000,00. Biaya keseluruhan dari sistem sebesar Rp. 836.341.200,00. Perkiraan biaya pengembalian yaitu dalam jangka waktu 12 tahun. Komponen yang digunakan ada 108unit panel surya merk monocrystalline tipe Canadian Solar CS3Y 475W-500W (485W) kapasitas dan untuk inverter merk Sungrow SG40CX dengan kapasitas 44 kW dengan sistem PLTS on-grid. Hasil dari perhitungan rata-rata daya keluaran pada setiap rooftop gedung diketahui rata-rata daya keluaran gedung A sebesar 23,415 kWh, gedung B sebesar 25,347 kWh dan gedung C sebesar 22,897 kWh. Berdasarkan hasil total produksi pada sistem PLTS on grid sebesar 67.876 kWh/tahun,

daya yang dikeluarkan panel surya sebesar 48.089 kWh dan harga biaya pembangkit ke PLN Rp. 683,79 kWh sedangkan harga pemakaian dalam jaringan PLN sebesar Rp. 1.444,70 kWh. Berdasarkan hasil penelitian sehingga bahwa pada rooftop gedung kampus 2 Universitas Pamulang untuk pemasangan PLTS on grid yang memiliki potensi terbesar diketahui rooftop gedung B.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada seluruh dosen teknik elektro Universitas Pamulang dan pihak terkait lainnya yang telah menyelesaikan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Abil, W. A., & Nurul, H. N. N. (2019). Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Dengan Sumber Energi Terbarukan (HOMER) Di Daerah Pesisir Pantai Pangandaran. *JOURNAL OF ENERGY AND ELECTRICAL ENGINEERING (JEEE)*, 01(01), 12–18.
- Achmad, A. (2023). *On-Grid PV Performance in Various Irradiation Conditions, Types, and Load Power*. 10(1), 39–45.
- DAMIRI, D. J., & LAMANIA, R. R. L. (2023). Design and Simulation of On-Grid Rooftop Solar Power Plant (Rooftop PV) System on Office Buildings with a PLN Grid System. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 11(1), 231. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v11i1.231>
- Dwisari, V., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Pemanfaatan Energi Matahari: Masa Depan Energi Terbarukan. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 376–384. <https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3322>
- Hutajulu, A. G., RT Siregar, M., & Pambudi, M. P. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 23. <https://doi.org/10.24912/tesla.v22i1.7333>
- Mehta, S., & Basak, P. (2020). A case study on PV assisted microgrid using HOMER pro for variation of solar irradiance affecting cost of energy. *PIICON 2020 - 9th IEEE Power India International Conference*. <https://doi.org/10.1109/PIICON49524.2020.9112894>
- Pahlevi, R., Thamrin, S., Ahmad, I., & Nugroho, F. B. (2024). Masa Depan Pemanfaatan Batubara sebagai Sumber Energi di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(2), 50–60. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.22973>
- Perencanaan, A., Listrik, P., Surya, T., Dengan, A., Hybrid, S., Koloni Timur, P. T., Hajir, N., Haddin, M., Suprajitno, A., Program,), Elektro, S. T., Industri, T., Islam, U., Agung, S., Raya, J., Km, K., Semarang, K., & Tengah, J. (2022). Noor Hajir, Muhamad Haddin, dan Agus Suprajitno Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur. *Elektrika*, 14(1), 20–25.
- Rachmi, A., Prakoso, B., Hanny Berchmans, Devi Sara, I., & Winne. (2020). Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS atap di Indonesia. *PLTS Atap*, 94.
- Rahman, F., Rokhmat, M., Fathonah, I. W., S1, P., & Fisika, T. (2020). *Analisis Pengaruh Temperatur Permukaan Sel Surya Terhadap Kapasitas Daya Keluaran*. 1–10.
- Usman, M. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan



DOI: <https://doi.org/10.32493/yepei.v2i2.52337>

Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57.
<https://doi.org/10.30591/polektro.v9i2.2047>