

Journal of Comprehensive Science
p-ISSN: 2962-4738 e-ISSN: 2962-4584
Vol. 3 No. 9 September 2024

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Hybrid Pada Jaringan Kelistrikan Di Rumah Sakit Umum Yarsi Pontianak

Rhendy Eka Sanjaya^{1*}, Rudi Gianto², Junaidi³
^{1,2,3} Universitas Tanjungpura Pontianak, Indonesia
Email: sanjayaptk82@gmail.com^{1*}

Abstrak

Energi listrik sangat penting dalam kehidupan sehari-hari untuk menunjang aktifitas berbagai sektor. Bahan bakar fosil sebagai sumber energi merupakan prioritas utama, maka dari itu energi terbarukan menjadi alternatif untuk menggantikan keterbatasan bahan bakar fosil yang merupakan prioritas utama dalam upaya pembangkitan energi listrik di Indonesia. Tingginya intensitas cahaya matahari di Indonesia khususnya di Kota Pontianak sangat cocok untuk membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui berapa besar potensi PLTS menggunakan aplikasi PVsyst 7.3 dengan memanfaatkan atap bangunan Rumah Sakit. Penelitian ini menggunakan tiga metode untuk analisis ekonomi dan menganalisis kelayakan PLTS. Metode yang digunakan yaitu Net Present Value (NPV), Profitability Index (PI), dan Discounted Payback Period (DPP). Hasil penelitian yang dilakukan menggunakan Software PVsyst 7.3 didapat sistem PLTS terpasang pada atap Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak dengan sudut kemiringan 4o yaitu sebesar 115 kWp dengan jenis panel surya yang digunakan adalah tipe Jinko Solar Tiger Neo Ntype 72HL4-BDV 580Wp sebanyak 198 buah, inverter dengan tipe SUN2000-30/36/40KTL-M3 dengan kapasitas 40 kW sebanyak 3 buah, dan baterai dengan tipe Sunlight RES OPzS dengan kapasitas 3060 Ah. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan investasi awal yang dibutuhkan yaitu sebesar Rp. 1.578.472.422. Analisis kelayakan ekonomi PLTS menggunakan 3 metode yang telah dilakukan didapat nilai NPV sebesar Rp. 797.610.941,86, nilai PI sebesar 1,505, dan nilai DPP sebesar, 14 tahun. Ketiga metode yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan bahwa PLTS ini layak untuk dilakukan.

Kata Kunci: *Hybird, Net Present Value, Discounted Payback Period, Profitability Index, PVsyst*

Abstract

Electrical energy is very important in everyday life to support the activities of various sectors. Fossil fuels as an energy source are a top priority, therefore renewable energy is an alternative to replace the limitations of fossil fuels which is the main priority in efforts to generate electrical energy in Indonesia. The high intensity of sunlight in Indonesia, especially in Pontianak City, is very suitable for building a Solar Power Plant (PLTS). The aim of this research is to find out how much potential PLTS has using applications PVsyst 7.3 by utilizing the roof of the hospital building. This research uses three methods

for economic analysis and analyzing the feasibility of PLTS. The method used is Net Present Value (NPV), Profitability Index (PI), and Discounted Payback Period (DPP). The results of research carried out using Software PVsyst 7.3 It was found that the PLTS system was installed on the roof of YARSI Pontianak General Hospital with a slope angle of 40° namely 115 kWp with the type of solar panel used being the Jinko Solar Tiger Neo N-type 72HL4-BDV 580Wp 198 units, 3 inverters of the SUN2000-30/36/40KTL-M3 type with a capacity of 40 kW, and batteries with type Sunlight RES OPzS with a capacity of 3060 Ah. Based on the results of calculations that have been carried out, the initial investment required is IDR. 1,578,472,422. Analysis of the economic feasibility of PLTS using 3 methods has been carried out to obtain an NPV value of Rp. 797.610.941,86, PI value of 1.505, and DPP value of 14 years. The three methods used in this research show that PLTS is feasible.

Keywords: *Hybrid, Net Present Value, Discounted Payback Period, Profitability Index, PVsyst*

PENDAHULUAN

Energi listrik pada dasarnya merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari untuk menunjang aktifitas diberbagai sektor yang bergantung pada energi listrik, seperti sektor rumah tangga, industri, kesehatan, pendidikan, dan sektor lainnya (Fauzi et al., 2023). Bahan bakar fosil sebagai sumber energi merupakan prioritas utama, maka dari itu energi terbarukan menjadi alternatif untuk menggantikan keterbatasan bahan bakar fosil yang merupakan prioritas utama dalam upaya pembangkitan energi listrik di Indonesia. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang dapat diperoleh dari alam dan memiliki sifat yang kontinuitas seperti halnya matahari, angin, dan air (Tarigan, 2020). Matahari merupakan salah satu sumber energi yang berjumlah besar dan bersifat kontinuitas yang tergolong sebagai energi terbarukan. Dalam hal ini PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) menjadi sumber energi listrik yang dihasilkan dari matahari sebagai energi utama (Elfridus et al., 2022). Secara umum Indonesia berada di garis Khatulistiwa, sehingga Indonesia memiliki kapasitas penyinaran matahari yang cukup baik dan potensi energi surya yang besar. Jumlah listrik yang dihasilkan oleh energi surya cukup besar yaitu 4.8 kWh/m² setara dengan 112.000 GWp. Sesuai data yang tercantum dalam RUEN Tahun 2017, Indonesia memiliki total potensi energi surya sebesar 207.898 MWp yang mencakup di 34 Provinsi (Ramadhani et al., 2022). Dengan potensi kapasitas penyinaran matahari dan potensi energi surya yang besar di Indonesia, maka PLTS menjadi salah satu penerapan energi terbarukan (Al Hakim, 2020). Kota Pontianak merupakan Ibu Kota Provinsi Kalimantan barat yang terletak pada garis Khatulistiwa yang memiliki kapasitas penyinaran matahari yang cukup besar, hal ini menunjukkan bahwa Kota Pontianak tepat berada pada garis 0° lintang bumi sehingga cocok untuk mengembangkan PLTS sebagai alternatif kebutuhan energi listrik di Kota Pontianak (Gabbiani et al., 2002). Salah satu sektor yang bergantung pada energi listrik yaitu sektor Kesehatan. Di Kota Pontianak banyak terdapat Rumah Sakit Umum salah satunya adalah Rumah Sakit Umum Yayasan Rumah Sakit Islam (YARSI) Pontianak yang merupakan salah satu sektor kesehatan yang berdiri pada tahun 1996. Sektor Kesehatan merupakan salah satu sektor yang penggunaan energi listrik yang cukup besar, khususnya Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak memerlukan energi listrik yang cukup besar terlebih dalam penggunaan energi listrik di bagian penerangan dan alat medis. Kebutuhan energi listrik pada Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak, umumnya hanya

menggunakan PLN sebagai pemasok listrik utama dan generator sebagai suplai cadangan energi listrik.

Penelitian ini menawarkan kebaruan dalam mengkaji penerapan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) hybrid di sektor kesehatan, khususnya pada Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak yang terletak di wilayah khatulistiwa dengan potensi penyinaran matahari yang tinggi. Meskipun banyak penelitian yang telah membahas penerapan PLTS, kombinasi PLTS dengan sistem energi lain sebagai solusi hybrid untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah sakit di wilayah dengan karakteristik spesifik seperti Kota Pontianak masih jarang dijelajahi.

Kebaruan lainnya terletak pada fokus aplikasi sistem hybrid dalam lingkungan rumah sakit, di mana kebutuhan listrik yang sangat tinggi dan stabilitas pasokan listrik yang sangat krusial, khususnya untuk alat-alat medis. Penelitian ini juga memberikan kontribusi dengan mengeksplorasi strategi optimal dalam penggabungan dua sumber energi, yaitu PLTS dan generator cadangan, sehingga menghasilkan sistem yang lebih efisien dan berkelanjutan dibandingkan hanya mengandalkan satu sumber energi listrik. Implementasi ini tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pada PLN, tetapi juga mendorong penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan.

Penelitian ini penting untuk dilakukan guna memanfaatkan skema penggabungan dua atau lebih sumber energi listrik yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan beban pada Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak, dengan demikian dapat menutupi kelemahan masing-masing. Berbekal potensi Kota Pontianak yang terletak pada garis Khatulistiwa dan memiliki kapasitas penyinaran matahari yang cukup tinggi, maka dilakukan perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistem hybrid pada Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak yang diharapkan dapat membantu memenuhi pasokan listrik di Rumah Sakit umum YARSI Pontianak.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data spesifikasi komponen PLTS, iradiasi matahari, profil beban, kapasitas PLN terpasang dan tagihan listrik yang ada. Dimana data tersebut nantinya akan digunakan untuk proses perencanaan PLTS Hybrid di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak. Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah data rekening pembayaran listrik selama 12 bulan (Agustus 2022 sampai Juli 2023), data lampu /pencahayaan di setiap ruangan, data alat medis di setiap ruangan. Adapun data tersebut dilampirkan dibawah ini.

1. Data Tagihan Listrik di Rumah Sakit Umum Yarsi Pontianak

Gambaran pemakaian energi listrik di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak didapatkan dengan melakukan pengambilan data sekunder konsumsi energi listrik dari rekening bulanan selama 1 tahun terakhir terhitung dari Agustus 2022 sampai Juli 2023. Data tersebut digunakan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan untuk pembayaran listrik tiap bulannya. Data tagihan listrik Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Tagihan Listrik

No	Bulan	Tahun	Daya (kWh)	Biaya
1	Agustus	2022	16314	Rp. 41.471.402
2	September		15308	Rp. 40.666.037
3	Oktober		14427	Rp. 38.295.905

4	November		13976	Rp. 37.560.155
5	Desember		23424	Rp. 48.981.147
6	Januari	2023	19760	Rp. 45.816.137
7	Februari		19775	Rp. 46.796.327
8	Maret		25666	Rp. 45.612.393
9	April		33096	Rp. 50.813.054
10	Mei		29871	Rp. 48.295.675
11	Juni		30814	Rp. 53.758.674
12	Juli		25712	Rp. 49.479.352
Total			268.143	Rp. 547.546.258
Rata-Rata			22.345,25	Rp. 45.628.855

2. Potensi Sumber Energi

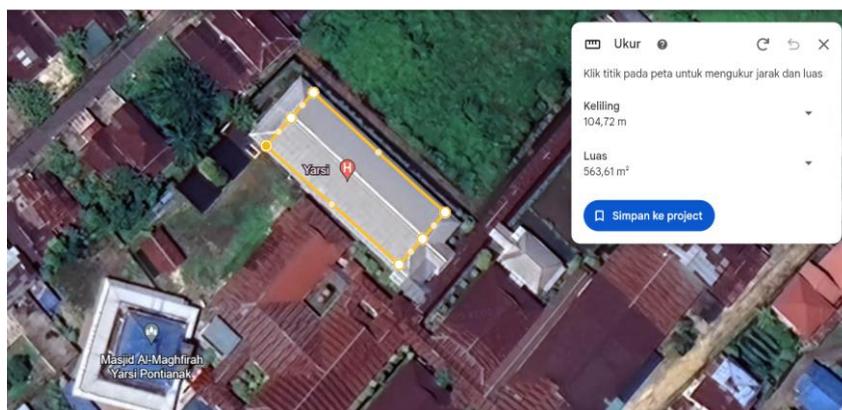
Data potensi sumber energi pada penelitian ini menggunakan data potensi energi surya untuk perencanaan pembangkit yaitu data iradiasi matahari yang didapatkan dari software PVsyst 7.3 dengan cara memasukan titik koordinat lokasi tempat perencanaan PLTS. Berikut merupakan potensi sumber energi pada software PVsyst 7.3 yang dapat dilihat pada Gambar 1.

	Global horizontal irradiation kWh/m ² /day	Horizontal diffuse irradiation kWh/m ² /day	Temperature °C	Wind Velocity m/s	Relative humidity %
January	4.57	2.53	25.2	1.44	89.8
February	5.52	2.43	25.5	1.05	90.8
March	5.30	2.51	25.8	0.94	88.9
April	4.90	2.30	26.2	0.96	89.0
May	4.80	2.18	26.1	1.00	90.5
June	4.80	2.06	26.3	1.11	88.3
July	4.51	2.28	25.7	1.17	88.9
August	5.02	2.56	26.2	1.34	85.0
September	4.63	2.67	26.0	1.16	88.6
October	4.39	2.64	25.4	1.00	91.1
November	4.44	2.56	25.2	1.14	92.9
December	4.47	2.27	25.4	1.01	92.9
Year	4.77	2.42	25.7	1.1	89.7

Gambar 1. Potensi Sumber Energi

3. Data Luasan Atap Rumah Sakit Umum Yarsi Pontianak

Data luasan atap yang akan digunakan untuk lokasi pemasangan PLTS di Rumah Sakit Umum YASRI Pontianak dengan keliling 130,18 m, luas 510,74 m². Data luas atap Rumah Sakit Umum Yarsi Pontianak dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Luasan Atap Rumah Sakit Umum Yarsi Pontianak

4. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat penelitian yang dilakukan pada penelitian ini berada di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak. Proses pengambilan data-data dilakukan selama kurang lebih 1 bulan dimulai pada bulan September sampai Oktober 2023. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

5. Komponen yang Digunakan

Komponen PLTS yang akan digunakan pada perencanaan ini yaitu berupa modul pv, inverter, dan baterai dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen yang Digunakan

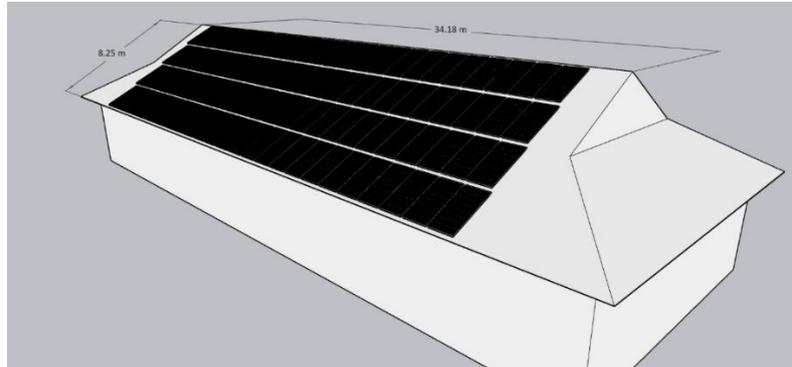
NO	NAMA MATERIAL	MERK/TYPE	SPESIFIKASI
1	Panel Surya (Module Pv)	Jinko Solar Tiger Neo N-type 72HL4-BDV	Pmax: 580 Wp Vmp: 42.59 V Imp: 13.62 A Voc: 51.47 V Isc: 14.37 A
2	Inverter	Inverter Tenaga Surya Huawei SUN2000-30/36/40KTL-M3	Rat. Batery Voltage: 200 V Rate Output Capacity: 40,000 W Rate Output Voltage: 230-480 Vac
3	Baterai	Sunlight Creating Energy, RES OPzS Batteries, 2V 20 RES OPzS 4075	Voltage: 2 V Capacity: 3060 Ah Internal Resistance: 0.1 mΩ

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan yang dilakukan untuk menghitung jumlah panel surya yaitu dengan menghitung kapasitas inverter dan jumlah inverter serta menghitung jumlah baterai yang akan digunakan (Manab et al., 2022). Spesifikasi dari masing-masing komponen juga merupakan hal yang penting untuk diperhatikan agar memperoleh nilai performansi yang optimal.

1. Menghitung Jumlah Panel Surya

Upaya pemenuhan kebutuhan listrik untuk menyuplai beban penerangan dan alat medis di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak diperlukan perhitungan dalam menentukan jumlah panel surya yang akan digunakan maka perlu memasukan nilai luas area atap dan luas panel surya. Merek panel surya yang digunakan yaitu *Jinko Solar Tiger Neo N-Type JKM580N-72HL4-BDV Wp*.



Gambar 4. Nilai Luas Area Atap dan Tata Letak Panel Surya

Luas area atap yang digunakan memiliki luas sebesar 564 m² dengan diukur menggunakan *Google Earth*. Luas panel surya sebesar 2.853 m², nilai tersebut diperoleh dari panjang dan lebar panel surya yang tertera pada *Datasheet* panel surya. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung jumlah panel surya yang akan digunakan.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Panel Surya} &= \frac{A_{\text{roof}}(m^2)}{A_{\text{pv}}(m^2)} \\ \text{Jumlah Panel Surya} &= \frac{564 m^2}{2.853 m^2} \\ &= 197.68 \approx 198 \text{ Panel Surya} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan diketahui bahwa hasil perencanaan PLTS di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak didapatkan nilai sebesar 197.68 atau 198 buah panel surya.

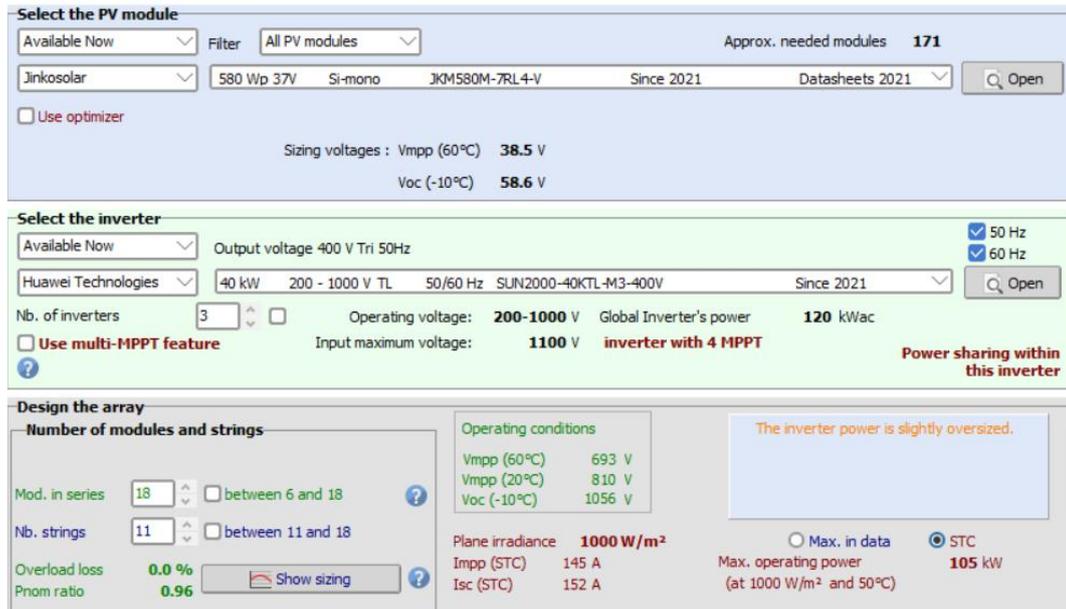
2. Menghitung Daya yang Dibangkitkan PLTS

Menurut Kariongan & Joni, (2022) besar daya yang akan dibangkitkan oleh PLTS dapat dihitung dengan mengalikan jumlah panel yang dibutuhkan, dalam hal ini yaitu sebanyak 198 buah panel dengan power maksimal dari panel yaitu 580 Wp. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung daya yang dibangkitkan oleh sistem PLTS.

$$\begin{aligned} P &= P_{v_{\text{Total}}} \times P_{\text{max Pv}} \\ P &= 198 \times 580 \text{ wattpeak} \\ &= 114.840 \text{ watt} \approx 115.000 \text{ watt} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dapat diketahui bahwa daya yang dibangkitkan oleh sistem PLTS ini yaitu sebesar 115.000 watt hasil pembulatan. Nilai tersebut merupakan nilai maksimal yang bisa dibangkitkan oleh sistem PLTS tanpa memperkirakan besaran intensitas cahaya matahari, temperatur, letak panel, dan arah penyinaran matahari.

Berdasarkan pada aplikasi simulasi *PVsyst*, didapatkan hasil dengan menggunakan nilai jumlah panel surya sebanyak 198 buah dikalikan nilai power maksimal dari panel surya sebesar 580 Wp, maka didapatkan nilai daya sebesar 115.000 watt. Hasil simulasi menggunakan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Menghitung Daya yang dibangkitkan PLTS

3. Menghitung Jumlah Inverter yang Akan Digunakan

Inverter yang digunakan pada perencanaan ini yaitu inverter dengan merek *Huawei SUN 2000-30/36/40KTL-M3*. Berdasarkan penelitian Sihotang, (2019), dianjurkan untuk kapasitas kerja inverter mendekati kapasitas daya yang dilayani. Hal ini agar efisiensi kerja inverter menjadi maksimal dengan memperhatikan *Safety Factor*. Berdasarkan *Australian/New Zealand Standard AS/NZS 4509.2:2010* tentang *Stand Alone Power System Part 2: System Design* untuk menentukan kapasitas inverter direncanakan harus dilebihkan 10% atau dengan nilai 1,1 (Akbar, 2022). Maka, dalam menentukan kapasitas inverter untuk keamanan inverter yaitu dengan dikalikan nilai standar 1,1. Perencanaan PLTS ini dirancang untuk dapat membangkitkan daya sebesar 115 kW. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung kapasitas inverter.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas inverter} &= \text{Demand (Watt)} \times \text{Safety Factor} \\ &= 115.000 \times 1,1 \\ &= 126.500 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan pada persamaan (2.3), didapatkan nilai daya sebesar 126.500 watt, nilai ini akan digunakan untuk menghitung jumlah inverter. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung jumlah inverter.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah inverter} &= \frac{P_{Pv.out}}{\text{kapasitas inverter yang digunakan}} \\ \text{Jumlah inverter} &= \frac{126.500 \text{ watt}}{40.000 \text{ watt}} \\ &= 3,16 \approx 3 \text{ inverter} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, dapat diketahui bahwa jumlah inverter pada sistem PLTS ini digunakan sebanyak 3 buah inverter. Hal ini dikarenakan pada saat melakukan simulasi dengan aplikasi *PVsyst*, sistem langsung mengarahkan untuk menggunakan 3 inverter. Satu inverter terhubung dengan 3 array dan dua inverter lainnya masing-masing terhubung dengan 4 array. Maka total keseluruhan array pada perencanaan ini sebanyak 11 array menggunakan 3 inverter memiliki kapasitas 40 kW dengan tegangan keluaran 220/380 V. Berikut merupakan simulasi penentuan jumlah inverter pada aplikasi *PVsyst* yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Menentukan Jumlah Inverter

4. Menentukan Jumlah Baterai

Perhitungan jumlah baterai yang akan digunakan pada perencanaan ini yaitu menggunakan merek *Sunlight Creating Energy, RES OPZS Batteries*, 2V 20 RES OPZS 4075 dengan tegangan 2V dan *Global Capacity* 3060 Ah. Satuan energi (dalam Wh) dikonversikan terlebih dahulu menjadi Ah sesuai dengan satuan kapasitas baterai yang akan digunakan. Maka dari itu jumlah Ah baterai yang digunakan harus dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Total Ah baterai} &= \frac{E_T}{V_S} \\
 &= \frac{115.000 \text{ watt}}{2 \text{ volt}} \\
 &= 57.500 \text{ (A)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan total Ah baterai sebesar 57.500 (A). Nilai total Ah baterai dapat digunakan untuk menghitung kapasitas baterai. Dalam menghitung kapasitas baterai diperlukan nilai total Ah baterai, hari otonom, dan *Deep of Discharge* (DOD). Hari otonom pada perencanaan ini ditentukan selama 3 hari (Abbas & Amrullah, 2021). Maka dari itu baterai hanya dapat menyimpan energi dan menyalurkan pada 3 hari tersebut. Besarnya *Deep of Discharge* (DOD) pada baterai yang akan digunakan pada perencanaan ini yaitu 80% nilai ini diperoleh dari *datasheet* baterai yang dilampirkan pada lampiran B. Sedangkan kapasitas baterai yang dibutuhkan pada perencanaan ini dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas baterai} &= \frac{A \times D}{DOD} \\
 &= \frac{57.500 \times 3}{0.8} \\
 &= 215.625 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

Pada Perencanaan ini kapasitas baterai yang akan digunakan pada sistem adalah 2 V 3060 Ah nilai ini diperoleh dari *datasheet* baterai yang dilampirkan pada lampiran B. Jadi untuk menentukan jumlah baterai yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Total baterai} &= \frac{215.625 \text{ (Ah)}}{3060 \text{ (Ah)}} \\
 &= 70.46 \approx 71 \text{ buah baterai}
 \end{aligned}$$

Maka jumlah baterai yang diperlukan pada perencanaan ini yaitu 71 buah baterai hasil pembulatan. Perhitungan tersebut juga sesuai dengan hasil dari aplikasi simulasi yang digunakan, jumlah baterai yang akan digunakan pada perencanaan ini yaitu 71 buah baterai. Hasil simulasi pada *software PVsyst 7.3* pada penentuan jumlah baterai dapat dilihat pada Gambar 7.

Specify the battery set

Sort batteries by voltage capacity manufacturer

Sunlight 2 V 3060 Ah Pb Open Tub 2V 20 RES OPzS 4075

Lead-acid

71 batteries in series Number of batteries **71** Battery pack voltage **142 V**

1 batteries in parallel Number of elements **71** Global capacity (C10) **3060 Ah**

100.0 % **Initial State of Wear (nb. of cycles)** Stored energy (80% DOD) **348 kWh**

100.0 % **Initial State of Wear (static)** Total weight **13781 kg**

Nb. cycles at 50% DOD **2800**

Total stored energy during the battery life **675.2 MWh**

Operating battery temperature

Temper. mode Fixed (air-conditioned)

Fixed temperature 20 °C

The battery temperature is important for the aging of the battery
An increase of 10 °C divides the "static" battery life by a factor of two

System information

PV array Pnom **114.8 kWp**

PV array daily production (summer clear day) **656 kWh**

Maximum user's power **46.0 kW**

Average daily user's needs **735 kWh**

This battery pack represent about :

Charging Time during full sun conditions **3.0 hours**

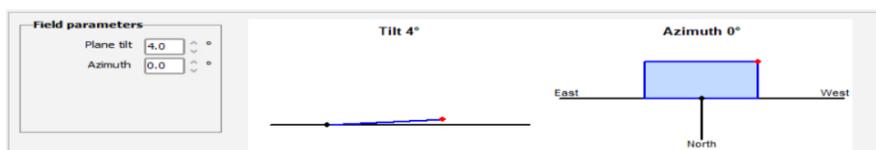
Discharging under average load **11.4 hours**

Discharging under maximum load **7.6 hours**

Gambar 7. Menentukan Jumlah Baterai

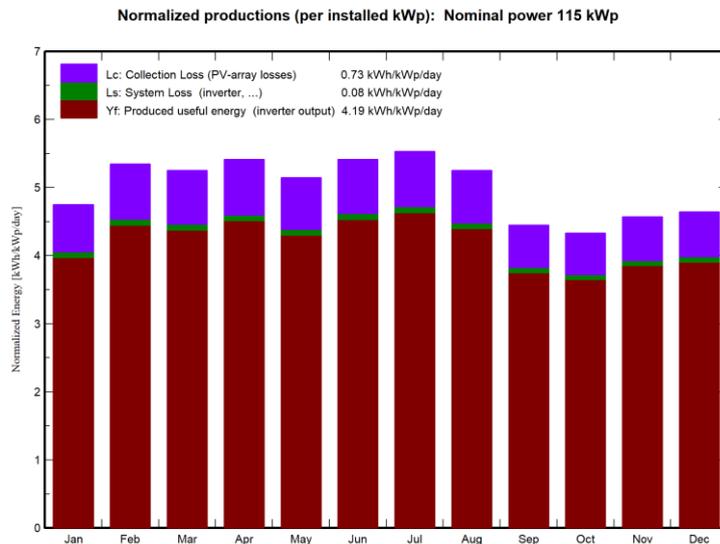
5. Hasil Simulasi Desain PLTS menggunakan PVsyst 7.3

Berdasarkan hasil simulasi *PVsyst 7.3* tanpa memperhitungkan pengaruh bayangan (*Shading Factor*), PLTS Rumah sakit Umum YARSI Pontianak memiliki potensi optimal untuk menghasilkan energi listrik sebesar 165.611 kWh per tahunnya. Pada sistem ini menggunakan modul sebanyak 198 buah yang seluruhnya akan ditempatkan pada area atap bangunan Rumah Sakit dengan sudut kemiringan panel surya adalah 4° dan sudut azimuth 0°. Sudut kemiringan panel dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Sudut Kemiringan Panel

Komponen yang digunakan pada sistem ini yaitu 198 buah panel surya, 3 buah inverter 40 kW dan 71 baterai. Adapun hasil simulasi *PVsyst 7.3* pada perencanaan PLTS di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Normalized Productions

Besar energi listrik yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 9. Puncak produksi energi listrik terjadi pada bulan Juli, yaitu sekitar 15.608 kWh/kWp, dengan kapasitas total panel surya sebesar 115 kWp, maka energi listrik harian rata-rata yang dihasilkan sebesar 453,73 kWh/hari.

Berikut merupakan penghematan yang diperoleh setelah pemasangan PLTS di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak.

Tabel 3. Penghematan Setelah Pemasangan PLTS

No	Bulan	Tahun	Biaya PLN	Setelah Pemasangan PLTS	Penghematan
1	Agustus	2022	Rp 41.471.402	Rp 28.194.765	Rp 13.276.637
2	September		Rp 40.666.037	Rp 27.355.648	Rp 13.310.389
3	Oktober		Rp 38.295.905	Rp 23.708.760	Rp 14.587.145
4	November		Rp 37.560.155	Rp 22.773.472	Rp 14.786.683
5	Desember		Rp 48.981.147	Rp 34.480.370	Rp 14.500.777
6	Januari	2023	Rp 45.816.137	Rp 30.995.701	Rp 14.820.436
7	Februari		Rp 46.796.327	Rp 31.301.829	Rp 15.494.498
8	Maret		Rp 45.612.393	Rp 31.818.438	Rp 13.793.955
9	April		Rp 50.813.054	Rp 39.235.861	Rp 11.577.193
10	Mei		Rp 48.295.675	Rp 35.039.779	Rp 13.255.896
11	Juni		Rp 53.758.674	Rp 38.023.936	Rp 15.734.738
12	Juli		Rp 49.479.352	Rp 35.776.728	Rp 13.702.624
Total			Rp 547.546.258	Rp 378.705.287	Rp 168.840.971
Rata-Rata			Rp 45.628.855	Rp 31.558.774	Rp 14.070.081

Berdasarkan pada Tabel terjadi penghematan setelah pemasangan PLTS dimana pada kolom biaya PLN itu merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar listrik sebelum pemasangan PLTS dengan rata-rata perbulan sebesar Rp. 45.628.855, dan pada kolom setelah pemasangan PLTS biaya PLN yang harus dikeluarkan rata-rata

perbulan sebesar Rp. 31.558.774, yang dimana setelah pemasangan PLTS terjadi penghematan rata-rata perbulan sebesar Rp. 14.070.081.

6. Perhitungan Biaya Investasi Awal

Biaya investasi awal merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membangun sebuah sistem atau proyek hingga siap digunakan atau yang sering disebut dengan *Bill of Quantity* (BoQ) (Siswanto & Salim, 2019). Biaya investasi awal ini dikeluarkan diawal-awal pembangunan dalam jumlah yang relatif besar dan berdampak jangka panjang. Biaya investasi awal ini dibagi menjadi dua yaitu biaya keseluruhan bahan baku dan biaya pekerjaan. Harga komponen PLTS didapatkan dari *market place* seperti Tokopedia dan Alibaba Indonesia, sedangkan untuk biaya pekerjaan instalasi PLTS menggunakan informasi yang didapatkan ATW Solar selaku *Vendor* pemasangan PLTS yang ada di wilayah Jakarta. Harga biaya investasi awal dan jumlah komponen disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Biaya Investasi Awal

No	Nama komponen	Jumlah	Harga (Rp)	Total harga (Rp)
1	Panel surya	198	2.550.000	504.900.000
2	Inverter	3	25.021.862	75.065.586
3	Baterai	71	10.122.969	718.730.799
4	Array mounting frame kit	50	317.138,40	15.856.920
5	Kabel DC 6 mm ² Leoni 125 RV	500	24.000	12.000.000
6	Kabel AC NYY 4 x 10 mm ²	30	89.500	2.685.000
7	Kabel AC NYY 4 x 50 mm ²	20	332.900	6.658.000
8	Kabel Grounding NYA 1X 16 mm ²	30	27.000	810.000
9	Kabel Grounding NYA 4 mm ²	50	13.800	690.000
10	Panel Box AC 700 x 900 mm	1	3.100.000	3.100.000
11	MCCB 3P 150 A	1	3.115.382	3.115.382
12	MCCB 3P 60 A	3	375.000	1.125.000
13	CT 150/5A	3	318.080	954.240
14	Surge Arrester PRD 40 3P	1	1.606.300	1.606.300
15	INSTALASI	115.000	650	74.750.000
<i>JUMLAH (Rp)</i>				1.422.047.227
<i>PPN (11%)</i>				156.425.195
<i>TOTAL</i>				1.578.472.422

7. Net Present Value

Net Present Value (NPV) adalah seluruh aliran kas bersih nilai sekarang atas faktor diskon (*Discount Factor*) (Ira & Setiawan, 2023). Nilai ini digunakan untuk menghitung selisih antara seluruh kas bersih nilai sekarang dengan investasi awal yang dikeluarkan. Menghitung *Net Present Value* (NPV) dapat menggunakan persamaan berikut.

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

$$NPV = Rp. 2.376.083.364 - Rp. 1.578.472.422$$

$$NPV = Rp. 797.610.942$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai NPV sebesar Rp. 797.610.942 (>0), hal ini menunjukkan bahwa investasi PLTS sistem *Hybrid* di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak dilihat berdasarkan perhitungan NPV dapat

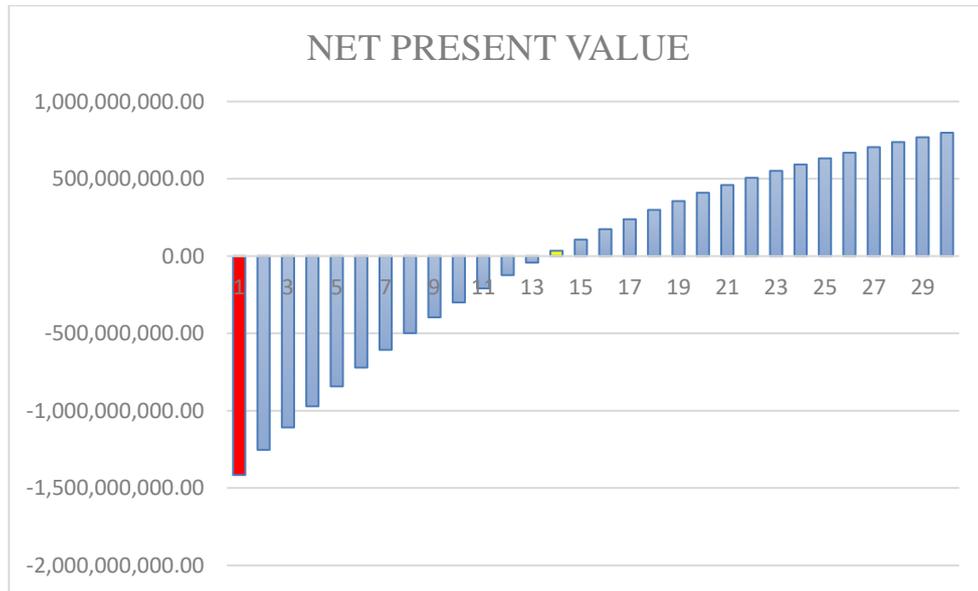
dikatakan layak untuk dilaksanakan. Perhitungan secara lengkap nilai NPV dari tahun ke-1 sampai tahun ke-30 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Net Present Value

<i>Tahun</i>	<i>Kumulatif PVNCF</i>	<i>Biaya Investasi</i>	<i>NPV</i>
0		1.578.472.422	-1.578.472.422,00
1	162.750.634,96	1.578.472.422	-1.415.721.787,04
2	325.501.269,92	1.578.472.422	-1.252.971.152,08
3	470.344.849,65	1.578.472.422	-1.108.127.572,35
4	606.993.967,69	1.578.472.422	-971.478.454,31
5	735.914.414,48	1.578.472.422	-842.558.007,52
6	857.520.226,00	1.578.472.422	-720.952.196,00
7	972.259.941,19	1.578.472.422	-606.212.480,81
8	1.080.495.841,53	1.578.472.422	-497.976.580,47
9	1.182.607.459,96	1.578.472.422	-395.864.962,04
10	1.278.939.826,47	1.578.472.422	-299.532.595,53
11	1.369.820.719,51	1.578.472.422	-208.651.702,49
12	1.455.543.414,57	1.578.472.422	-122.929.007,43
13	1.536.418.438,60	1.578.472.422	-42.053.983,40
14	1.612.721.815,58	1.578.472.422	34.249.393,58
15	1.684.712.317,98	1.578.472.422	106.239.895,98
16	1.752.614.215,29	1.578.472.422	174.141.793,29
17	1.816.686.279,98	1.578.472.422	238.213.857,98
18	1.877.118.278,52	1.578.472.422	298.645.856,52
19	1.934.134.480,41	1.578.472.422	355.662.058,41
20	1.987.924.652,11	1.578.472.422	409.452.230,11
21	2.037.953.997,18	1.578.472.422	459.481.575,18
22	2.084.533.042,59	1.578.472.422	506.060.620,59
23	2.129.386.938,17	1.578.472.422	550.914.516,17
24	2.170.790.534,09	1.578.472.422	592.318.112,09
25	2.210.468.980,18	1.578.472.422	631.996.558,18
26	2.246.697.126,61	1.578.472.422	668.224.704,61
27	2.282.925.273,04	1.578.472.422	704.452.851,04
28	2.315.703.119,81	1.578.472.422	737.230.697,81
29	2.346.755.816,75	1.578.472.422	768.283.394,75
30	2.376.083.363,86	1.578.472.422	797.610.941,86

Berdasarkan pada Tabel 5 pada kolom kumulatif PVNCF menunjukkan nilai yang diperoleh dari nilai DF dikali dengan NCF dari tahun ke-1 sampai tahun ke-30, sedangkan pada kolom biaya investasi merupakan nilai total investasi yang dikeluarkan untuk suatu

proyek, sedangkan pada kolom NPV merupakan nilai pendapatan bersih selama umur proyek berlangsung yaitu selama 30 tahun.



Gambar 10. Net Present Value

Berdasarkan Gambar 10 dapat diketahui bahwa nilai NPV akan bernilai positif pada tahun ke-14 dengan pendapatan bersih sebesar Rp. 34.249.393,58. Nilai tersebut dari tahun ke-14 sampai dengan tahun ke-30 akan terus mengalami kenaikan. Nilai ini merupakan nilai pendapatan bersih selama umur proyek berlangsung yaitu 30 tahun.

8. Profitability Index

Profitability Index (PI) adalah perbandingan antara seluruh kas bersih nilai sekarang dengan investasi awal (Sujatmiko et al., 2023). Nilai ini digunakan untuk menghitung model rasio manfaat biaya (*Benefit Cost Ratio*), dengan total nilai sekarang arus kas bersih K-PVNCF sebesar Rp.2.376.083.364 dan biaya investasi awal sebesar Rp. 1.578.472.422 maka dengan adanya nilai investasi awal dan K-PVNCF dapat diketahui besar nilai PI menggunakan persamaan berikut.

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

$$PI = \frac{Rp. 2.376.083.364}{Rp. 1.578.472.422}$$

$$PI = 1,505$$

Hasil perhitungan dengan persamaan diperoleh nilai PI sebesar 1,505 (>1), nilai tersebut menunjukkan bahwa investasi awal PLTS sistem *Hybrid* di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak layak untuk dilaksanakan.

9. Discounted Payback Period

Discounted Payback Period (DPP) adalah metode yang digunakan untuk menganalisis kelayakan pembangunan PLTS sistem *Hybrid* di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak (Hidayat et al., 2019). Metode ini digunakan untuk menentukan periode waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan nilai investasi melalui pemasukan-pemasukan yang diterima oleh proyek (K-PVNCF). Nilai DPP dapat diketahui dengan cara mencari tahun pemulihan atau tahun sebelum K-PVNCF yang bernilai positif. Penentuan DPP dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
DPP &= \text{Year Before Recovery} + \frac{II}{K PVNCF} \\
&= 13 + \frac{1.578.472.422}{2.376.083.364} \\
&= 13.66 \approx 14 \text{ tahun}
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dengan persamaan didapatkan hasil DPP yaitu sebesar 14 tahun. Nilai ini menunjukkan bahwa investasi PLTS sistem *Hybrid* di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak layak dilaksanakan, karena hasil perhitungan *Discounted Payback Period* menunjukkan nilai yang lebih kecil dari periode waktu yang ditentukan yaitu selama 30 tahun.

10. Hasil Analisis Kelayakan Sistem PLTS

Hasil analisis kelayakan investasi Perencanaan PLTS sistem *Hybrid* di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak berdasarkan analisis ekonomi menggunakan metode *Net Present Value* (NPV), *Profitability Index* (PI), dan *Discounted Payback Period* (DPP) disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Kelayakan Sistem PLTS

<i>NO</i>	<i>Analisa Kelayakan</i>	<i>Kriteria Kelayakan</i>	<i>Hasil Analisa Investasi</i>	<i>Kesimpulan</i>
1	<i>Net Present Value</i> (NPV)	Layak (NPV>0); Tidak Layak (NPV<0)	Rp.797.610.941,86	Investasi layak dilakukan karena nilai NPV lebih besar dari 0
2	<i>Profitability Index</i> (PI)	Layak (PI>1); Tidak Layak (PI<1)	1,505	Investasi layak dilakukan karena nilai PI lebih besar dari 1
3	<i>Discounted Payback Period</i> (DPP)	Layak (DPP < Umur Proyek); Tidak Layak (DPP > Umur Proyek)	14 Tahun	Investasi layak untuk dilakukan, karena nilai DPP lebih kecil dari umur proyek yaitu 30 tahun

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem *Hybrid* pada jaringan kelistrikan Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak dapat disimpulkan bahwa; Kapasitas PLTS yang terpasang di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak dengan mempertimbangkan luasan atap sebesar 564 m² didapat kapasitas total PLTS terpasang sebesar 115 kWp, dengan kapasitas yang ada, PLTS di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak dapat memproduksi energi listrik sebesar 165.611 kWh/Tahun. Terjadi penghematan setelah pemasangan PLTS dimana pada kolom biaya PLN itu merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar listrik sebelum pemasangan PLTS dengan rata-rata perbulan sebesar Rp. 45.628.855, dan pada kolom setelah pemasangan PLTS biaya PLN yang harus dikeluarkan rata-rata perbulan sebesar Rp. 31.558.774, yang dimana setelah pemasangan PLTS terjadi penghematan rata-rata perbulan sebesar Rp. 14.070.081. Jumlah komponen yang direncanakan di Rumah Sakit Umum Yarsi Pontianak terdiri dari panel surya terpasang sebanyak 198 buah, inverter sebanyak 3 buah, dan baterai sebanyak 71 buah. Total biaya investasi awal yang dikeluarkan untuk sistem PLTS di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak yaitu sebesar Rp.1.578.472.422, dengan biaya pemeliharaan sebesar Rp. 15.784.724 per tahun. Analisis

kelayakan ekonomi PLTS di Rumah Sakit Umum YARSI Pontianak dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu *Net Present Value* (NPV), *Profitability Index* (PI), dan *Discounted Payback Period* (DPP). Berdasarkan hasil perhitungan didapat nilai NPV sebesar Rp. 797.610.941, yang artinya PLTS ini layak untuk dibangun karena nilai NPV lebih besar dari pada 0. Nilai PI yang didapatkan sebesar 1.505, yang artinya sistem PLTS ini layak untuk dibangun karena nilai PI lebih besar dari 1. Nilai DPP yang didapatkan sebesar 14 tahun, yang artinya sistem PLTS ini layak untuk dibangun karena nilai DPP lebih kecil dari umur proyek yaitu 30 tahun. Berdasarkan hasil pembahasan sistem Hybrid dalam perencanaan ini dengan skema penggabungan tiga sumber yaitu PLN, PLTS, dan Generator. Dimana PLN merupakan sumber utama energi listrik, PLTS sebagai second energy untuk beban yang diprioritaskan, yang memerlukan energi listrik kontinuitas atau dalam hal ini tak pernah padam, dan Genset untuk membackup PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, S., & Amrullah, F. (2021). *Rancang bangun sistem hybrid pembangkit listrik tenaga surya dan pembangkit listrik tenaga air hujan*. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Akbar, M. A. (2022). *analisis teknis dan ekonomis pembangkit listrik tenaga surya (plts) terintegrasi vertical indoor farming*. universitas islam negeri sultan syarif kasim riau.
- Al Hakim, R. R. (2020). Model energi Indonesia, tinjauan potensi energi terbarukan untuk ketahanan energi di Indonesia: Sebuah ulasan. *ANDASIH Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1).
- Elfridus, R., Wibowo, A., Tumaliang, H., & Rumbayan, M. (2022). *Perencanaan Sistem Hybrid Pada Jaringan Kelistrikan Di Rumah Sakit Monompia Kotamobagu*.
- Fauzi, A. A., Kom, S., Kom, M., Budi Harto, S. E., Mm, P. I. A., Mulyanto, M. E., Dulame, I. M., Pramuditha, P., Sudipa, I. G. I., & Kom, S. (2023). *Pemanfaatan Teknologi Informasi di Berbagai Sektor Pada Masa Society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Gabbiani, F., Krapp, H. G., Koch, C., & Laurent, G. (2002). Multiplicative computation by a looming-sensitive neuron. *Proceedings of the Second Joint 24th Annual Conference and the Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society][Engineering in Medicine and Biology*, 3, 1968–1969.
- Hidayat, F., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro. *Transient*, 7(4), 875.
- Ira, I., & Setiawan, R. (2023). Analisis Perbandingan Penilaian Keputusan Investasi Menggunakan Metode Net Present Value (NPV) dan Metode Internal Rate of Return (IRR). *Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 1(2), 93–102.
- Kariongan, Y., & Joni, J. (2022). Perencanaan dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On Grid sebagai Catu Daya Tambahan pada RSUD Kabupaten Mimika. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 3763–3773.
- Manab, A., Rabiula, A., & Matalata, H. (2022). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off-Grid di Desa Bungku Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 5(2), 61–66.
- Ramadhani, A., Ulfiana, A., & Saputra, Y. M. D. E. (2022). Analisis Perancangan Sistem PLTS Terhubung Jaringan PLN di Gedung A Teknik Mesin Politeknik Negeri

Jakarta Menggunakan Software PVsyst 7.2. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin, 1*, 1184–1193.

Sihotang, G. H. (2019). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop di Hotel Kini Pontianak. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 7(1).

Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2019). *Manajemen Proyek*. CV. Pilar Nusantara.

Sujatmiko, B., Bustamin, M. O., Ardiansyah, G. N., & Unitomo, S. (2023). Analisis Biaya Investasi Proyek Pembangunan Perumahan La Diva Green Hill Menganti Gresik. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 5(1), 51–59.

Tarigan, E. (2020). *Diktat Energi Terbarukan*.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.