

Analisis Pembiayaan Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 50kWp Universitas Pamulang Menggunakan PV-Syst 7.3

M. Agmal Arya Putra¹

¹Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Pamulang

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

¹muh.agmal23@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 4 Februari 2025
revisi : 2 April 2025
diterima : 5 Mei 2025
dipublish : 30 Mei 2025

ABSTRAK

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Salah satu sumber energi listrik dari fosil yang terus menerus digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari semakin lama akan semakin menipis. Kekurangan jumlah bahan bakar fosil menghasilkan sebagian besar energi. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah jenis pembangkit energi listrik yang menggunakan potensi besar sinar matahari untuk menghasilkan listrik. Konstruksi PLTS memerlukan biaya pemasangan yang sangat mahal, jadi diperlukan analisa ekonomi untuk mengetahui besarnya investasi awal yang harus disediakan. Selain itu, diperlukan studi kelayakan proyek dan studi ekonomi untuk menghitung biaya pembangunan dan kelayakan pembangunan sistem PLTS tersebut. Untuk mencapai tujuan dari sebuah pembangunan proyek yang memenuhi kriteria biaya (anggaran), dan mutu (kualitas). Menggunakan metode analisis berdasarkan data yang didapat dari tempat penelitian. Hasil analisis pembiayaan perancangan PLTS menunjukkan, pengerjaan proyek PLTS menghabiskan investasi awal sebesar Rp. 1.717.149.250 dan dalam pelaksanaan menghabiskan investasi awal sebesar biaya total sebesar Rp 1.954.517.250.

Kata kunci: Energi, PLTS, analisa ekonomi, studi kelayakan, investasi

ABSTRACT

Energy is one of the main needs in human life. One of the sources of electrical energy from fossils that is continuously used to meet daily needs will gradually become depleted. The shortage of fossil fuels produces most of the energy. Solar power plants (PLTS) are a type of electrical energy generation that uses the great potential of sunlight to generate electricity. The construction of solar power plants requires very expensive installation costs, so an economic analysis is needed to find out the amount of initial investment that must be provided. In addition, a project feasibility study and an economic study are needed to calculate the construction cost and feasibility of the construction of the solar power plant. To achieve the goals of a project development that meets the criteria of cost (budget), and quality (quality). Using an

analysis method based on data obtained from the research site. The results of the analysis of the solar PV design financing show that the work on the solar power plant project spent an initial investment of Rp. 1,717,149,250 and in the implementation spent an initial investment of a total cost of Rp. 1,954,517,250.

Keywords: Energy, solar PV, economic analysis, feasibility study, investment

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Sebagian energi listrik dihasilkan menggunakan bahan bakar fosil, dan seiring berjalannya waktu, sumber energi fosil tersebut semakin menipis. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit energi listrik yang memanfaatkan sinar matahari, yang potensinya sangat melimpah di Indonesia. Indonesia memiliki potensi besar untuk memanfaatkan energi matahari karena dilalui oleh garis khatulistiwa. Lokasi garis lintang, kondisi atmosfer, dan posisi matahari terhadap garis khatulistiwa memengaruhi besar kecilnya radiasi matahari yang diterima. Dengan tingkat radiasi rata-rata sebesar 4,8 kWh per meter kubik pada tahun 2019, Indonesia memiliki keuntungan besar dalam penggunaan fotovoltaiik untuk menghasilkan listrik.

Komponen yang dibutuhkan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik disebut sel surya. Efisiensi sel surya dapat ditingkatkan dengan menambahkan reflektor atau konsentrator. Reflektor atau konsentrator panel surya berbentuk seperti cermin yang berfungsi memantulkan sinar matahari dan memfokuskannya pada panel surya. Pantulan sinar matahari ini memusatkan intensitas cahaya pada panel surya sehingga meningkatkan energi listrik yang dihasilkan oleh panel tersebut. Penambahan reflektor atau konsentrator pada panel surya dapat meningkatkan kinerja panel, namun teknik ini juga memiliki kekurangan. Peningkatan intensitas cahaya dapat menyebabkan suhu panel meningkat, sehingga energi yang dihasilkan modul sel surya dapat terpengaruh oleh kenaikan suhu.

Konstruksi PLTS membutuhkan biaya pemasangan yang cukup tinggi. Untuk menghitung besarnya investasi awal, diperlukan studi kelayakan proyek dan kajian ekonomi guna memastikan bahawa pembangunan sistem PLTS layak secara teknis dan finansial (Pasaribu, 2020).

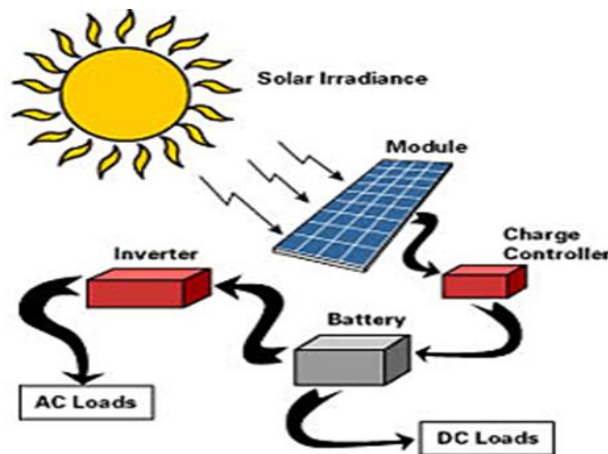
TEORI

Sistem PLTS terdiri dari rangkaian komponen utama dan komponen pendukung, mulai dari modul fotovoltaiik, inverter, baterai, sistem kontrol, sistem proteksi, pelacak surya, konstruksi, hingga sistem monitoring. Perancangan sistem PLTS dapat dimulai melalui

identifikasi beban harian, mingguan, hingga bulanan, menghitung energi yang dibutuhkan, menentukan teknologi fotovoltaik yang sesuai, menetapkan teknologi dan kapasitas inverter serta baterai, serta memilih lokasi yang tepat untuk dilakukan pemasangan. Dengan memilih komponen dan teknologi yang tepat maka performa sistem PLTS tentu akan semakin baik.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menghasilkan dan mengkonversi energi matahari menjadi tenaga listrik. Sebagai sumber energi alternatif, PLTS merupakan pilihan yang tidak berbahaya bagi ekosistem atau dikenal sebagai tenaga ramah lingkungan. Sel bertenaga matahari, atau sering disebut sel fotovoltaik dalam bahasa Inggris, berasal dari kata “foto” yang berarti cahaya matahari dan “volt” sebagai satuan tegangan listrik. Sel berbasis matahari merupakan perangkat semikonduktor yang memiliki permukaan aktif cukup besar dan terbentuk dari rangkaian dioda tipe “p” dan “n” yang dapat menyerap energi dari sinar matahari serta mengubahnya menjadi arus listrik melalui efek fotovoltaik.

Perbedaan utama pada panel sel surya terletak pada bahan dasar sel fotovoltaiknya. Bahan sel surya yang paling umum digunakan adalah silikon, yang tampil seperti kaca dan tersedia dalam bentuk polikristalin. Jenis polikristalin memiliki warna biru muda hingga biru keabu-abuan dan merupakan jenis yang paling sering digunakan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya berskala kecil hingga menengah. Sel surya berbahan silikon polikristalin dikenal memiliki efektivitas cukup baik serta stabil digunakan dalam berbagai kondisi lingkungan.



Gambar 1. Proses pembangkit listrik tenaga surya.

Kualitas daya sistem tenaga listrik memerlukan energi listrik yang berkualitas, terutama dalam kondisi yang bersifat kritis dan sensitif. Permasalahan kualitas kelistrikan mencakup situasi yang berkaitan dengan deviasi tegangan atau frekuensi yang dapat menyebabkan kegagalan atau gangguan pada peralatan yang digunakan. Jenis gangguan kualitas energi meliputi transien, ketidakstabilan, osilasi, interupsi, sag/under-voltage, swell atau tegangan

berlebih, harmonik, DC offset, derau antar-harmonik, fluktuasi tegangan, serta variasi frekuensi. Seluruh aspek tersebut berkaitan erat dengan kondisi tegangan suplai.

Fluktuasi tegangan yang berada di luar batas tertentu dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan atau mengganggu hasil produksi. Oleh karena itu, diperlukan berbagai upaya untuk mempertahankan atau meningkatkan kualitas tenaga listrik. Dalam konteks daya aktif, faktor daya memiliki peran penting. Faktor daya didefinisikan sebagai rasio antara daya aktif dan daya semu yang umumnya digunakan dalam sistem kelistrikan arus bolak-balik (AC).

PV-Syst merupakan perangkat lunak sistem photovoltaik, atau PV-Syst, difungsikan dengan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk mensimulasikan, membuat perancangan, mengukur, juga menganalisis data yang terkait dengan sistem photovoltaik. Karena cakupannya yang luas, sangat tidak mungkin untuk membahas semua masalah yang muncul saat menggunakan sistem PV-Syst.

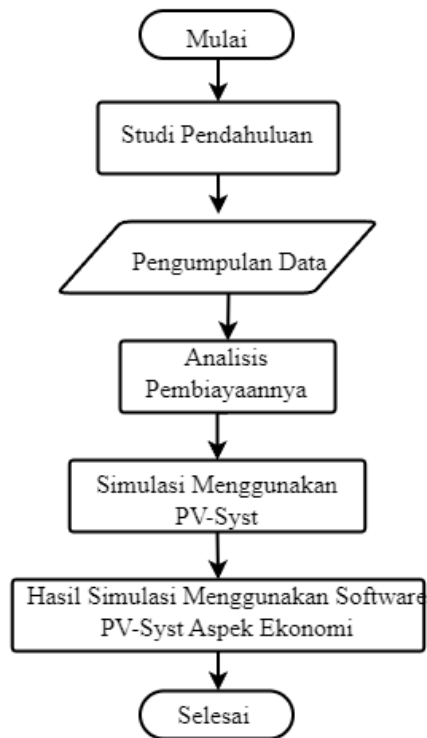


Gambar 2. PV -Syst.

Setelah aplikasi software PV-Syst terbuka maka pada layar komputer (window) akan muncul empat bagian menu yang terdiri dari Preliminary design, Project Design pumping dan Databases.

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mempermudah penelitian yang dilakukan agar lebih terarah maka flowchart/ diagram alir. Berikut flowchart penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. Flowchart.

Metode analisis yang digunakan adalah metode kuantitatif untuk membahas pembiayaan dalam perancangan simulasi PLTS menggunakan software Pvsyst di Universitas Pamulang. Data primer dan sekunder harus dikumpulkan dan dibandingkan dengan perangkat lunak PV-Syst atau proses formula terkait. Menganalisis sistem PLTS. Selain melakukan pencarian data-data, dilakukan juga tanya jawab kepada para dosen pembimbing maupun orang-orang yang ahli dalam bidang ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

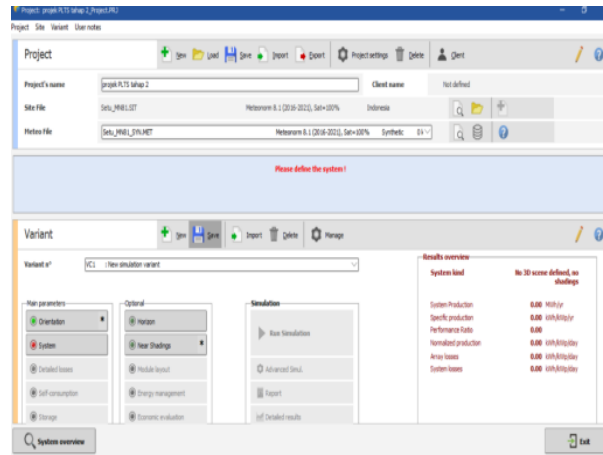
Berdasarkan biaya awal investasi dan perhitungan untuk pemeliharaan dan biaya operasional biaya siklus operasional untuk PLTS yang akan dibangun selama hidup proyek dari 25 tahun adalah:

$$Lcc = C + Mpw$$

$$Lcc = Rp.1.938.517.250 + Rp 16.147.848$$

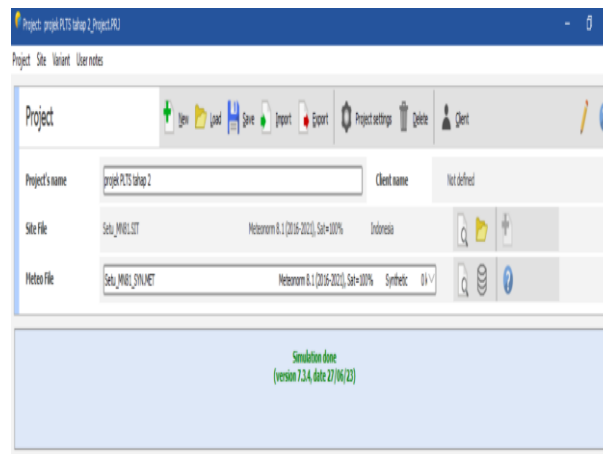
$$Lcc = Rp.1.829.665.098$$

Simulasi biaya operasional menggunakan software PV-Syst dengan tampilan sistem grid connected seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan sistem grid connected.

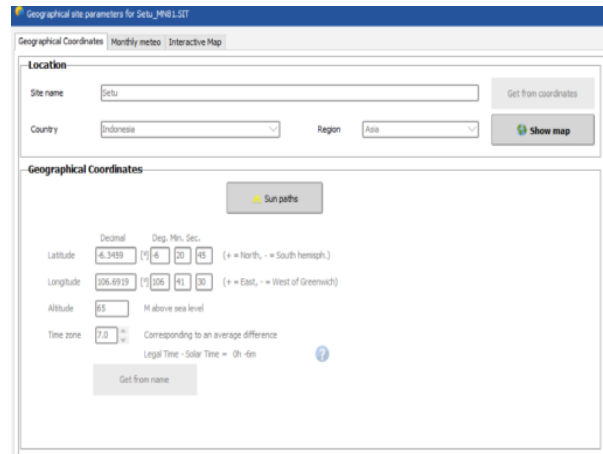
Langkah kedua Setelah tampilan grid connected terbuka seperti pada Gambar 5 sebelumnya harus mengisi terlebih dahulu project's name lalu menu data site and meter, dan perlu diisi juga menu data sistem yakni parameter-parameter untuk sistem grid connected.



Gambar 5. Data site and meter.

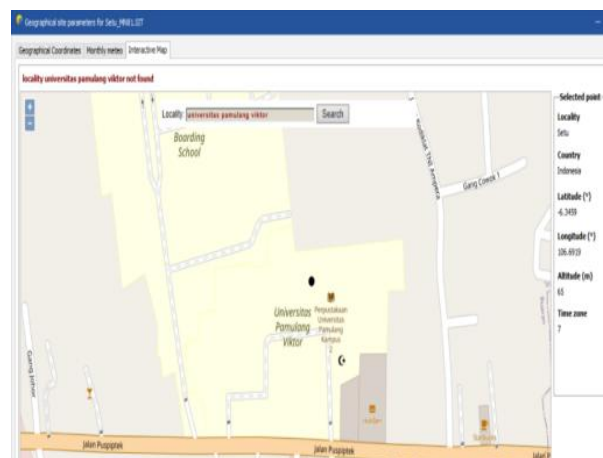
Langkah ketiga untuk mengisi data site and meter klik tulisan site and meter pada menu awal maka muncul tampilan seperti pada Gambar 6 kemudian klik open site lalu akan tampil seperti Gambar 7 Untuk memasukkan lokasi serta koordinat geografi sebelumnya,

pastikan koneksi internet pada laptop/PC terhubung. Tentukan lokasi menggunakan nama lokasi, negara dan wilayah sesuai area penempatan panel surya.



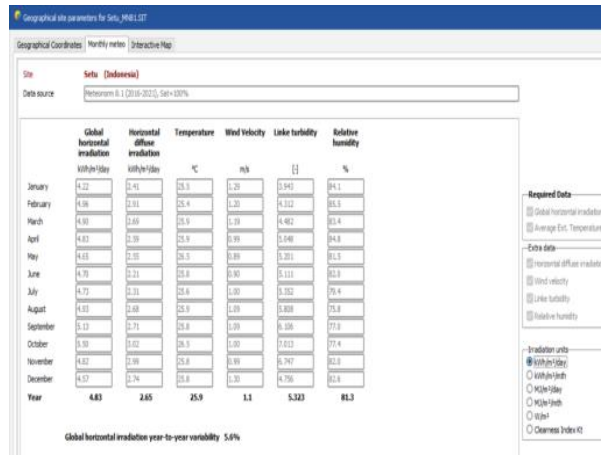
Gambar 6. Data lokasi dan koordinat geografis.

Untuk kolom Geographical Coordinates diisi secara otomatis menggunakan fitur interactive map dapat dilihat pada Gambar 7. Jika sudah ditandai klik accept selected point dan kolom Geographical Coordinates akan otomatis terisi dengan data acuan meteorologi dan nilai latitude sesuai letak Universitas Pamulang dapat diketahui seperti pada Gambar 8. Untuk data koordinat geografi bisa juga diisi secara manual dengan mengisi kolom latitude, longitude, altitude dan time zone yang didapat dari sumber lain seperti google earth. Jika berhasil maka tampilan akan berwarna hijau.



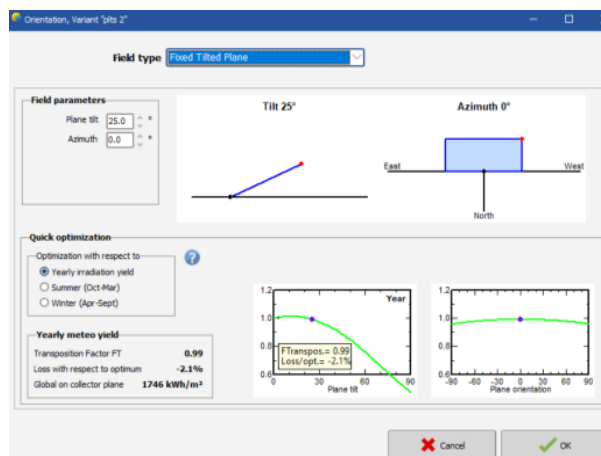
Gambar 7. Fitur Interactive map.

Langkah keempat masukan data sistem pada menu sistem di dalamnya terdapat parameter yang harus diisi yaitu array specification dan field parameters. Untuk kolom data array specification cukup memasukkan salah satu data yang ada dalam penelitian ini dimasukkan data area terbaik seluas 1500 m^2 . Setelah diisi maka data nominal power dan annuar yield akan otomatis terisi sesuai perhitungan dari program PV-Syst.



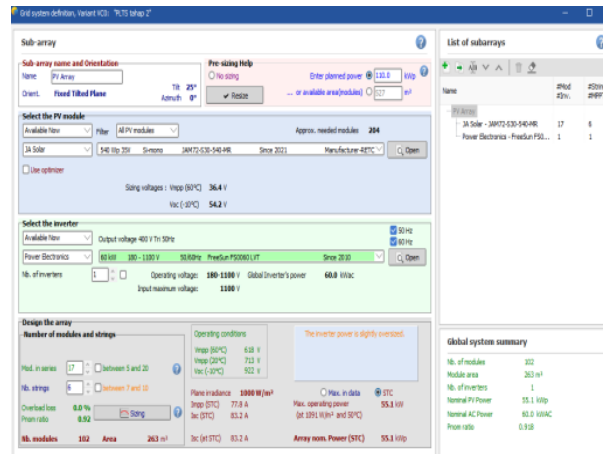
Gambar 8. Data koordinat geografis.

Pada kolom field parameters kita tentukan berapa derajat kemiringan dan azimuth arah hadap modul surya dengan percobaan beberapa variasi sudut kemiringan yang telah ditentukan untuk mengetahui potensi energi surya yang optimal. Salah satu sudut kemiringan yang dipakai yaitu 14 derajat seperti pada Gambar 9, bila sudah dimasukkan klik Ok.



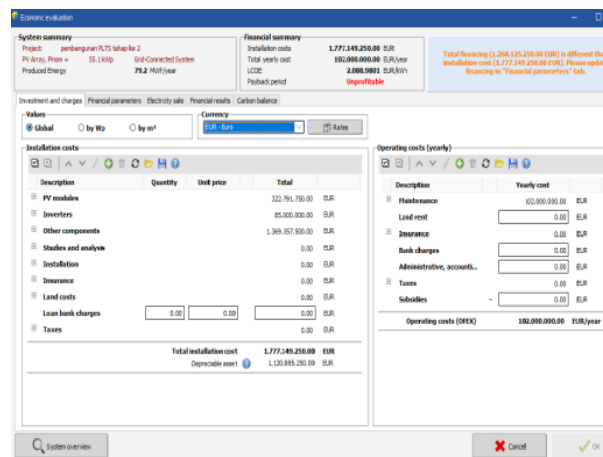
Gambar 9. Data sistem specification.

Kemudian Setelah mengklik OK maka tampilan akan kembali ke menu run simulation lalu pilih menu sistem untuk mengisi data panel surya yang diperlukan lalu klik Ok.



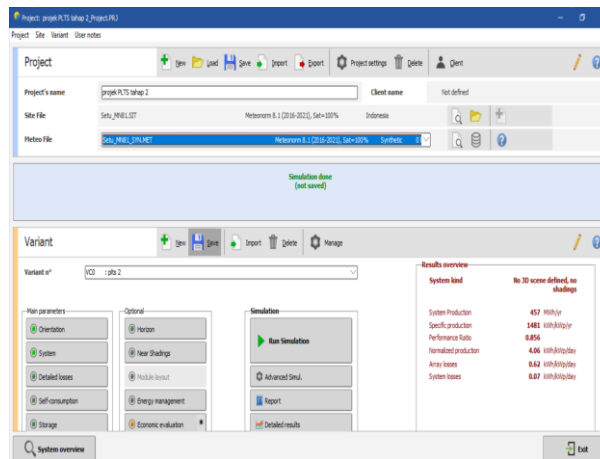
Gambar 10. Sistem defenition.

Dan untuk penambahan data ekonomi, seperti harga PV, Inverter dan biaya lainnya. Klik Economic Evaluation jika sudah lalu klik Ok.



Gambar 11. Economic evaluation.

Setelah selesai mengisi data yang diperlukan, maka tampilannya akan seperti Gambar 12 berikut ini.



Gambar 12. Indikator lampu hijau

Kemudian kita jalankan simulasinya, dengan mengklik Run Simulation, lihat Gambar 13 berikut ini.

Project: pembangunan PLTS tahap ke 2
Variant: simulasiPLTS tahap 2

PVsyst V7.4.0
VCL Simulation date: 07/07/23 10:56
with V7.4.0

Cost of the system			
Item	Quantity	Cost	Total
	units	EUR	EUR
Installation costs			
PV modules	102	3.164.625,00	322.791.750,00
Supports for modules			
Inverters	1	85.000.000,00	85.000.000,00
FreeSun F50000 LVT			
Other components			
Accessories, fasteners	1	713.000.500,00	713.000.500,00
Combiner box	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Monitoring system, display screen	1	524.224.000,00	524.224.000,00
Surge arrester	1	117.040.000,00	117.040.000,00
Total			1.777.149.250,00
Depreciable asset			1.120.881.250,00
Operating costs			
Item			Total
			EUR/year
Maintenance			
Provision for inverter replacement			17.000.000,00
Repairs			80.000.000,00
Total (OPEX)			97.000.000,00
System summary			
Total installation cost		1.777.149.250,00 EUR	
Operating costs		97.000.000,00 EUR/year	
Produced Energy		79,2 MWh/year	
Cost of produced energy (LCOE)		2.025.803 EUR/MWh	

Gambar 13. Hasil simulasi.

KESIMPULAN

Diperlukan perencanaan dalam pembangunan proyek agar pelaksanaan pengerjaan dapat berjalan dengan apa yang direncanakan. Pengerjaan proyek PLTS menghabiskan modal awal atau investasi awal perencanaan sebesar Rp. 1.717.149.250 dan dalam pelaksanaan menghabiskan modal awal atau investasi awal dengan biaya total sebesar Rp 1.954.517.250. Hasil analisa perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk analisis biaya operasional di Universitas Pamulang sebesar Rp 1.829.665.098.

DAFTAR PUSTAKA

- Bawalo, J., Rumbayan, M., & Tulung, N. M. (2021). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya di rumah kebun Desa Ammat Kabupaten Kepulauan Talaud.
- Goetsch, D. L. (1994). *Introduction to total quality: Quality, productivity, competitiveness*.
- Hardani. (2019). *Dye-sensitized solar cell*.
- Hayul, T. S., & Siregar, R. H. (2018). Studi potensi pembangkit listrik tenaga hybrid di Banda Aceh menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (pp. 9–16).
- Imaduddin, M. G. (2017). *Studi perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) on-grid dengan kapasitas 30 kWp di Taman Wisata Angke Kapuk*. Sekolah Tinggi Teknik PLN.
- Latukonsina, A. S. (n.d.). *Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya sistem on-grid 10 kWp di Gedung SMA Negeri 4 Maluku Tengah*.
- M. Renzini. (2012). *Grid connected inverter untuk penerapan pada sistem pembangkit listrik tenaga surya*. Universitas Indonesia.
- Nikentut Sari. (2011). *Ekonomi teknik*.
- Prawoto, B. H., Jatmiko, M. A., & Ilham Fahmi Huda. (2018). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif.
- Sakti, I. T. (2018). *Panduan studi kelayakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat*. Teltra Tech ES.
- Saputra, I. (2021). Analisa potensi pembangkit listrik tenaga surya hibrida pada pesisir Pantai Labu menggunakan software HOMER.
- Sulgiryanta, I. B. K. (2022). *Draft buku ajar pembangkit listrik tenaga surya*. Retrieved from Retrievel Journal.
- Sulriadi, & Mahdi Syukri. (2010). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpadu menggunakan software PVSYST pada kompleks perumahan di Banda Aceh. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 9(2), 77–80.
- Wijasa Gaultama, P. (2021). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sistem offgrid dengan kapasitas 2 kWp pada instalasi Menara Sular Bulukumba.
- Yulianto, R. R. H. (2021). Analisis efisiensi panel surya sebagai energi alternatif. *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri*, 5(2), 79–87.
<https://doi.org/10.31849/saineltin.v5i2.7024>