

Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Taman Kampus II Universitas Pamulang Menggunakan PV-Syst

Muhammad Nur Iman^{1*}, Seflahir Dinata²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, Indonesia

Email: imannur2806@gmail.com¹, dosen01138@unpam.ac.id²

Alamat: Jl. Raya Puspittek No 46 Buaran Setu, Tangerang Selatan, Banten 15310, Indonesia

Korespondensi penulis: imannur2806@gmail.com*

Abstract. Indonesia is currently very dependent on fossil energy, the availability of which is limited and has an emission effect on the environment. To sustain the availability of electrical energy, alternative energy sources are needed in the form of renewable energy, one of which is the Solar Power Plant (PLTS). This research discusses the design of an On Grid PLTS system in the park at Campus II, Pamulang University using Pvsyst 7.2 software by taking into account technical and economic aspects in three scenarios. In scenario 1, the On Grid PLTS is designed to suit the energy needs of the Pamulang University Campus II park, while in scenario 2 it uses an OFF Grid system and in scenario 3 it uses a Hybrid PLTS system (PLN+Batteries). Economic aspects are calculated using the Net Present Value (NPV) and Discounted Payback Period (DPP) methods. Technically, the Performance Ratio obtained was 83.59% and 83.53% respectively with Solar Fraction of 62.64% and 70.15% respectively. Economically, the NPV value obtained is positive and the investment return period is 7.78 years and 7.8 years respectively. So, designing an On Grid PLTS in the park of Pamulang University's Campus II is considered feasible.

Keyword: DPP, NPV, On Grid Solar Power Plant, Technical aspect.

Abstrak. Indonesia saat ini sangat bergantung kepada energi fosil yang ketersediaannya terbatas dan memberikan efek emisi terhadap lingkungan hidup, untuk keberlangsungan ketersediaan energi listrik dibutuhkan sumber energi alternatif berupa energi terbarukan salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pada penelitian ini membahas tentang perancangan sistem PLTS pada taman Kampus II Universitas Pamulang menggunakan perangkat lunak Pvsyst 7.2 dengan memperhitungkan aspek teknis dan aspek ekonomi dalam dua skenario. Pada skenario 1, PLTS Off Grid yang dirancang menyesuaikan kebutuhan energi pada taman Kampus II Universitas Pamulang sedangkan skenario 2 menggunakan sistem PLTS Hybrid (PLN+Baterai). Aspek ekonomi dihitung menggunakan metode Net Present Value (NPV) dan Discounted Payback Period (DPP). Secara teknis, diperoleh Performance Ratio masing-masing sebesar 83,59% dan 83,53% dengan Solar Fraction masing-masing 62,64% dan 70,15%. Secara ekonomi, nilai NPV yang diperoleh adalah positif dan jangka waktu pengembalian investasi masing-masing selama 7,78 tahun dan 7,8 tahun. Sehingga, perancangan PLTS On Grid pada taman Kampus II Universitas Pamulang dinilai layak untuk dilakukan.

Kata kunci: DPP, NPV, PLTS On Grid, Aspek Teknis.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik terus mengalami peningkatan seiring dengan adanya pertumbuhan penduduk dan aktifitas kegiatan manusia, untuk keberlangsungan ketersediaan energi listrik dibutuhkan sumber energi alternatif berupa energi terbarukan. Indonesia saat ini sangat bergantung kepada energi fosil yang ketersediaannya terbatas dan memberikan efek emisi terhadap lingkungan hidup. Pemerintah Indonesia mengeluarkan rencana usaha penyediaan tenaga listrik (RUPTL) untuk periode 2021-2030 sebagai panduan manajemen energi nasional. Peraturan ini ditetapkan untuk menyelesaikan tantangan dan masalah kebutuhan energi dengan memanfaatkan sumber energi baru dan upaya terkait target bauran

energi dari EBT sebesar 23% dari total bauran energi pada tahun 2025. Total kapasitas yang terpasang di Indonesia berdasarkan data PLN tahun 2021 adalah PLTU 45,80%, PLTA 7,88%, PLTM 0,08%, PLTMH 0,10%, PLTG 6,60%, PLTGU 25,65%, PLTP 1,30%, PLTD 1,30%, PLTMG 4,57%, PLTS 0,04%, PLTB 0,001% dan PLTBM hanya 0,001% [13]. Provinsi Banten memiliki potensi sebesar 2.238 MW untuk dibangun PLTS berdasarkan IESR tahun 2019. Berdasarkan data tersebut, terlihat bahwa pembangkit energi terbarukan relatif sedikit daripada pembangkit energi tak terbarukan sehingga perlu adanya pembangunan pembangkit dengan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Energi surya merupakan salah satu sumber energi yang cukup menjanjikan serta memiliki potensi yang cukup tinggi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Indonesia adalah negara tropis yang letak geografisnya dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga memiliki potensi radiasi matahari yang cukup besar. Intensitas radiasi matahari yang dimiliki oleh Indonesia rata-rata sebesar 4,8 kWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp.

perhari dengan variasi rata-rata 9% tiap bulannya [5]. Khususnya pada Provinsi Banten intensitas radiasi matahari rata-rata sebesar 4,83 kWh/m²/hari dengan rata-rata variasi perbulan 7% [8]. Hal tersebut memperlihatkan potensi yang besar dalam melakukan pengembangan dan pemanfaatan PLTS di kemudian hari.

Perancangan sistem PLTS pada taman Kampus Universitas Pamulang merupakan salah satu strategi untuk mengurangi pemakaian listrik dari pembangkit listrik tak terbarukan (energi fosil) serta mendukung pemerintah dalam meningkatkan penggunaan energi baru terbarukan. Dalam perancangan sistem PLTS, aspek yang akan diperhitungkan pada penelitian ini adalah aspek teknis dan aspek ekonomi. Metode perhitungan aspek ekonomi yang digunakan adalah *Discounted Payback Periode* (DPP). Dengan NPV akan diketahui kelayakan investasi pembangunan PLTS pada taman Kampus II Universitas Pamulang, sedangkan dengan DPP akan diketahui periode pengembalian investasi PLTS yang dirancang. Studi kelayakan ini dapat dijadikan rujukan dalam pengambilan keputusan serta memberikan rekomendasi biaya untuk perencanaan PLTS pada taman Kampus II Universitas Pamulang.

2. KAJIAN TEORITIS

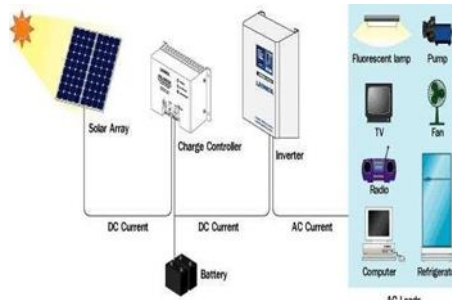
Berdasarkan topik penelitian yang diambil terdapat beberapa sumber dan referensi yang terkait. Referensi yang dimaksud ialah yang berasal dari jurnal atau penelitian sebelumnya yang berkaitan. Adapun beberapa sumber dan referensi yang menjadi tumpuan dalam penelitian ini diantaranya adalah Penelitian oleh Erick Radwiya dan Yudi Chandra [5] dengan judul “Perencanaan PLTS *On Grid* Dilengkapi Panel ATS di Gedung Laboratorium

Teknik Elektro Politeknik Negeri Ketapang”. Penelitian ini melakukan perancangan sistem PLTS untuk memenuhi kekurangan energi listrik di Laboratorium Teknik Elektro dengan memperhitungkan peralatan yang dibutuhkan oleh sistem, tetapi tidak melakukan perhitungan kelayakan investasi. Selanjutnya Penelitian oleh Jaka Windarta, Enda Wista Sinurya, dkk [15] dengan judul “Studi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Sistem On Grid untuk Supply Listrik pada Lingkungan Bank Perkreditan Rakyat Pedesaan di BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara ditinjau dari Teknis dan Ekonomi Teknik”.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis potensi PLTS dengan sistem on grid skala perkantoran ditinjau dari sisi Teknik dan ekonomi menggunakan software PVsyst 7.0. Studi ini membandingkan empat kondisi dengan dua jenis komponen yang berbeda dan area yang digunakan tidak diperhitungkan. Jenis modul surya yang digunakan adalah polikristalin dengan kapasitas 450 Wp permodul. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Ali Saleh Aziz [2] dengan judul “*Feasibility Analysis of Grid- Connected and Islanded Operation of Solar PV Microgrid System : A Case Study of Iraq*”. Melakukan penelitian untuk menganalisis tekno- ekonomi dan kelayakan dari aspek lingkungan pada sistem pv terhubung jaringan. Pada penelitiannya dilakukan konfigurasi jaringan untuk mengisi baterai pada sistem pv dan pv terhubung jaringan serta diesel. Hasil yang didapatkan adalah konfigurasi sistem yang telah dibuat dapat mengurangi emisi CO₂ sebesar 64,9% pertahun, sedangkan jika dihubungkan ke diesel akan mengurangi biaya Net Present Cost (NPC) dan meningkatkan emisi CO₂ sebesar 32,7%.

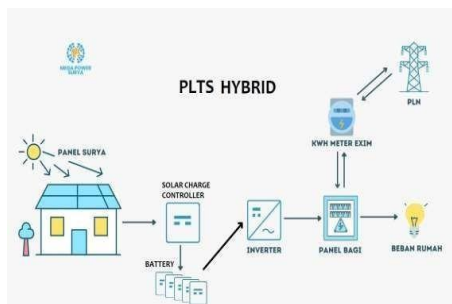
kebisingan, dan tanpa mengeluarkan limbah yang merugikan lingkungan disekitarnya. PLTS memanfaatkan sumber energi matahari [4]. Pada dasarnya matahari menghasilkan energi panas dan cahaya. PLTS mampu secara efektif mengurangi ketergantungan pada energi fosil, menaikkan produksi energi baru terbarukan, dan meningkatkan kualitas lingkungan. Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS bergantung pada beberapa faktor, yaitu besar iradiasi matahari yang diterima oleh modul fotovoltaiik, suhu sekitar modul, dan ada tidaknya *shading* atau bayangan yang mengenai modul. Panel surya menghasilkan output daya listrik berupa listrik DC (*Direct Current*), selanjutnya listrik DC akan dikonversi menjadi listrik AC (*Alternating Current*) oleh inverter dan kemudian listrik akan disalurkan ke beban. Pada dasarnya PLTS merupakan sumber energi alternatif yang dibuat agar bisa membantu memenuhi kebutuhan listrik dari skala kecil hingga skala besar. PLTS juga dapat bekerja secara hibrid atau digabungkan dengan sumber energi alternatif yang lain, dapat bekerja secara mandiri dan juga dapat bekerja secara terkoneksi dengan jaringan kabel (PLN). Berikut adalah skema PLTS

secara umum :



Gambar 1 Skema PLTS

Sebagai aturan umum, kerangka kerja silang adalah kerangka yang mencakup setidaknya dua generator. Yang banyak untuk breed silang adalah genset, PLTS, mikrohidro, dan tenaga angin. Sehingga dapat diartikan sebagai PLTS-Genset, PLTS- mikrohidro, maupun PLTS tenaga angin- Mikrohidro. Namun digunakan sebagai *hybrid* adalah PLTS-Genset. Umumnya digunakan pada *captive genset/isolated grid* (*stand alone genset*, yakni genset yang tidak saling terhubung). [7]



Gambar 2 Skema Hybrid Photovoltaic

PV-Syst

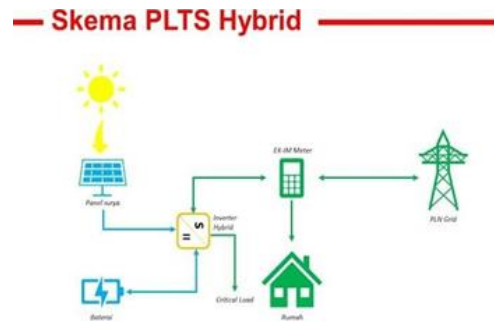
PV-Syst atau kepanjangan dari Photovoltaic sistem adalah suatu perangkat lunak yang digunakan dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk mensimulasikan, membuat rancangan dan pengukuran serta menganalisis data terkait sistem PV. Perangkat lunak PV-Syst adalah program yang sangat luas jangkauannya sehingga sangat tidak mungkin untuk kami bahas semua persoalan yang muncul dalam penggunaan PV-Syst. Untuk simbol PV-Syst dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 3 PV –Syst

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, pengumpulan data kuantitatif dilakukan dengan cara pengambilan data secara langsung saat survei lokasi penelitian atau observasi.



Gambar 4. Rancangan PLTS taman Kampus Viktor

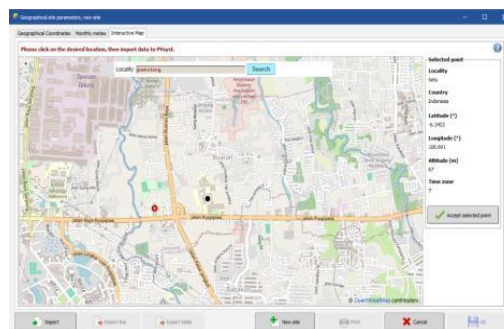
Dari gambar diatas dapat dijelaskan bahwa taman Kampus Viktor terdapat dua rangkaian PLTS yang masing-masing memback-up satu panel beban taman dengan kapasitas beban yang berbeda.

Pengolahan Data PV Syst

Simulasi sistem menggunakan bantuan *software* PV Syst, setelah menetapkan komponen yang akan digunakan kemudian data diinput kedalam aplikasi Pv Syst untuk keperluan simulasi PLTS.

Penentuan Lokasi Dalam Sistem

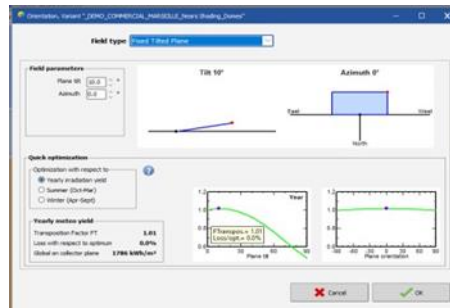
Untuk melakukan simulasi dalam *software* PV Syst yang pertama dilakukan dalam sistem PV Syst adalah menentukan lokasi penelitian, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 5. Penentuan Lokasi PV Syst

Orientation

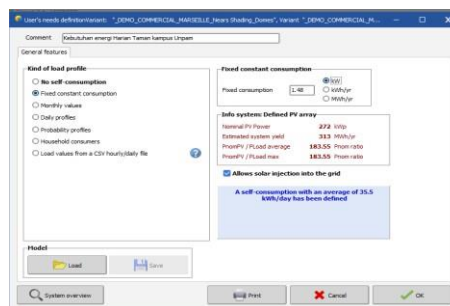
Setelah menentukan lokasi dalam *Software* Pv syst kemudian kita masuk ke menu orientation. Disitu kita mengatur tingkat kemiringan dari panel surya dan juga menentukan arahnya.



Gambar 6 Tampilan menu Orintation Pv Syt

Data Beban

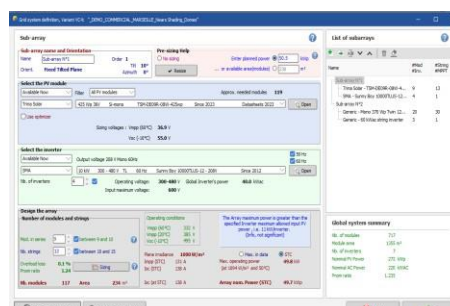
Setelah menentukan arah dan sudut kemiringan panel surya dalam *software* Pv Syst langkah selanjutnya adalah memasukan data beban yang ada di area taman Kampus Viktor, data beban didapatkan dari hasil survey. Setelah data beban didapat kemudian melakukan perhitungan manual sebelum diinput ke dalam *software* PV Syst.



Gambar 7 Tampilan spesifikasi beban pada Software PV Syst

System

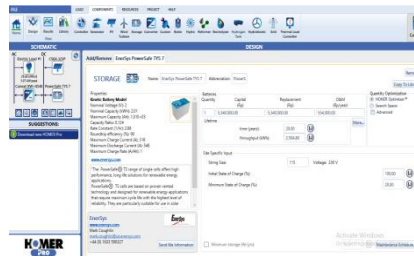
Langkah selanjutnya dalam *software* Pv Syst adalah mengatur sistem , dimana dalam menu tersebut kita harus mengatur jenis pv, kapasitas pv ,jumlah pv, inverter ,jumlah inverter serta kapasitas inverter. berikut adalah tampilan menu system pda Pv syst :



Gambar 8 Tampilan system PV syst

Storage

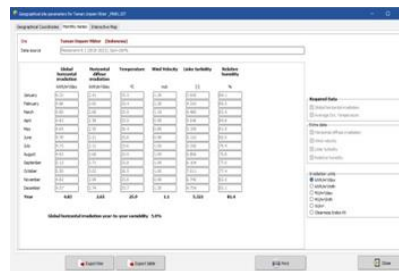
Selanjutnya dalam *software* Pv Syst adalah menginput data baterai yang sudah ditetapkan. Berikut adalah tampilan menu untuk menempatkan komponen baterai yang sudah ditetapkan :



Gambar 9 Tampilan pengaturan Baterai Pv Syst

Radiasi Matahari

Tampilan data radiasi matahari dalam 1 tahun melalui *software* Pv Syst adalah sebagai berikut:



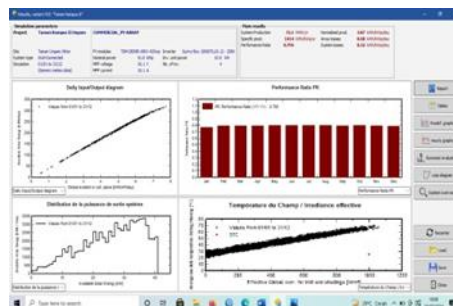
Gambar 10 Global Horizontal Irradiation Pv Syst

Gambar 10 menunjukkan data radiasi matahari, temperature dan kecepatan angin dalam setahun melalui tampilan *software* Pv Syst. GHI rata-rata yang didapat adalah sebesar 4,83 kWh/m²/day.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi *Software* Pv Syst

Hasil simulasi yang akan diperoleh *software* Pv Syst berdasarkan perhitungan komponen yang telah diinput kedalam *software*.



Gambar 11 Tampilan Hasil *software* Pv Syst

Analisa Hasil Pengolahan Data *Software* pv Syst

Setelah melakukan simulasi dengan bantuan *software* Pv Syst selanjutnya adalah analisa data hasil simulasi dengan perhitungan manual, dengan rumus yang sudah ada pada bab sebelumnya, sehingga dapat diketahui kelayakan dari PLTS taman kampus Viktor.

Pada PLTS taman Kampus Viktor Universitas Pamulang akan menggunakan modul fotovoltaik TrinaSolar TSM- DE18M(II) 425 Wp mono-Crystalline dengan dengan spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 1 Spesifikasi modul pv yang akan digunakan

ELECTRICAL DATA *STC	
Nominal Max. Power (Pmax)	425 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	41,5 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.24 A
Open Circuit Voltage (Voc)	49.9 V
Short Circuit Current (Isc)	10.74A
Module Efficiency	21.3%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500V DC(IEC/UL)
Module Fire Performance	(UL 61730 1000V)
Max. Series Fuse Rating	20 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 5 W
ELECTRICAL DATA NMOT*	
Nominal Max. Power (Pmax)	321 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	39,1 V
Opt. Operating Current (Imp)	8,21 A
Open Circuit Voltage (Voc)	46,9 V
Short Circuit Current (Isc)	8,66 A
MECHANICAL DATA	
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	1762X 1134 X 30 mm
Weight	21.8 kg
TEMPERATURE CHARACTERISTICS	
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °K
Temperature Coefficient (Voc)	-0.25 % / °K
Temperature Coefficient (Isc)	0.04% / °K
Nominal Module Operating Temperature	43°C (±2°K)
Price	Rp 3,252,000

Menentukan jumlah modul menggunakan rumus :

Jumlah Modul =

Kapasitas PLTS yang akan terpasan

Kapasitas Modul Surya yang digunakan

.....(4.3)

4589 Wp

Jumlah Modul = 425 Wp

= 107,98 jumlah panel

Jumlah modul yang akan terpasang untuk kebutuhan taman kampus II Unpam dengan daya 45,89 kWp sebanyak 108 unit modul fotovoltaik.

Menghitung *Performance Ratio*

Suatu kualitas dalam PLTS dilihat dari energi yang dihasilkan dalam jangka setahun. Suatu sistem dianggap layak apabila nilai *performance ratio* diatas 70% dan masih tergolong dalam cangkupan baik. Untuk mengetahui *performance ratio* dalam penelitian ini melalui perhitungan dibawah ini:

$$H_{tilt} = PSH \times 365 \text{ days} \dots\dots\dots (4.11)$$

$$H_{tilt} = 4.83 \text{ h} \times 365 \text{ days} = 1762 \text{ h/m}^2$$

Menentukan energi ideal pada PLTS taman melalui perhitungan dibawah ini :

energi ideal

$$= \text{daya spesifikasi modul surya} \times \text{jumlah modul} \times H_{tilt} \text{ energi ideal}$$

$$= 425 \text{ Wp} \times 108 \text{ unit}$$

$$\times 1762 \text{ h/m}^2$$

$$= 80875 \text{ kWh/years}$$

Sehingga didapat nilai *Performace ratio* sebagai berikut :

$$PR =$$

$$= \text{Energi Field}$$

$$\text{Energi Ideal} \dots\dots\dots (4.12)$$

$$PR = \underline{68781,49 \text{ kWh/years}}$$

$$\frac{80875 \text{ kWh/years}}{68781,49 \text{ kWh/years}} = 0,85$$

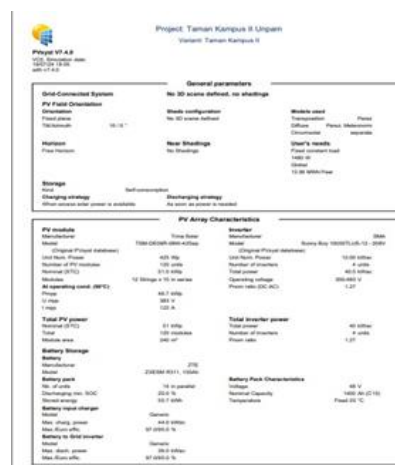
$$\approx 85 \%$$

Simulasi Software PV Syst

Simulasi *software* Pv Syst menggunakan data beban yang sudah diketahui melalui survey ata saat observasi serta data dari seluruh tipe perangkat yang sudah ditetapkan didalam penelitian ini. Kemudian data diinput kedalam *software*. Hasil simulasi pada *software* PV Syst terlihat pada gambar di.

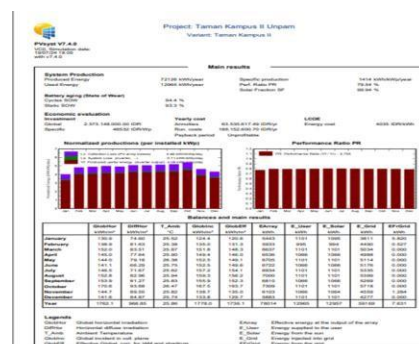


Gambar 12 Hasil Simulasi Pv Syst



Gambar 13 merupakan gambar pv

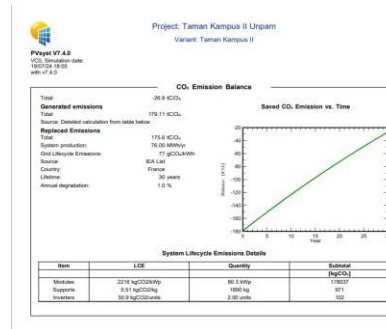
array characteristics. Gambar tersebut menjelaskan total pv power sebesar 51 KWp dengan total panel surya 120 unit yang setiap panel suryanya mempunyai daya 425 WP. Didalam gambar juga dijelaskan bahwa sistem tersebut menggunakan baterai 48 volt sebanyak 14 unit yang disusun secara paralel dan satu seri. Lalu sistem tersebut juga menggunakan Inverter Hybrid dengan kapasitas 10 kw sebanyak 4 unit.



Gambar 14

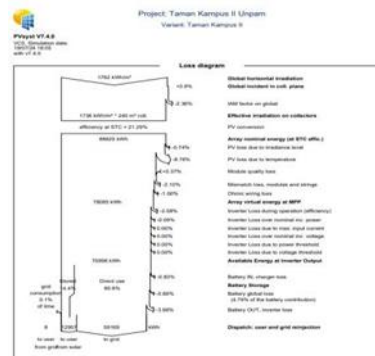
Gambar 14 menjelaskan tentang hasil simulasi yang menjelaskan tentang P.Ratio

79.54% dan Sf yang mencapai 99, 94 % yang artinya secara teknis perancangan Hybrid ini layak untuk dilaksanakan.



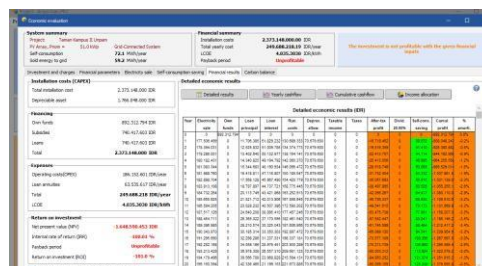
Gambar 15 Emission Balance

Gambar 15 menjelaskan tentang kurva gas carbon yang semakin berjalannya waktu semakin sedikit yang bisa dikurangi karena semakin berkurangnya juga sistem PLTS



Gambar 16

Gambar 16 menunjukkan tentang rugi-daya pada sistem baik itu panel surya , inverter dan baterai



Gambar 17

Gambar 17 menunjukkan hasil simulasi anallisa ekonomi dari perancangan PLTS Hybrid di Taman Kampus Unpam niai NPV, IRR, PP, ROI yang merah menunjukkan sistem secara ekonomi tidak menguntungkan.

5. KESIMPULAN

Dari sisi Teknis manual, perencanaan PLTS dengan sistem *Hybrid* taman Kampus Viktor Universitas Pamulang dikatakan layak karena total daya yang dikeluarkan mampu untuk menangani kebutuhan energi taman. Dari sisi finansial manual dikatakan tidak layak dari segi perhitungan kelayakan suatu proyek yaitu NPV, IRR, dan *payback period*. Dari sisi teknis menggunakan data simulasi *software* Pv Syst dikatakan layak karena daya yang dikeluarkan oleh sistem melebihi kebutuhan energi. Dari sisi finansial dengan data yang sudah dihitung oleh *software* PV Syst dikatakan tidak layak karena jangka waktu pengembalian modal melebihi batas umur ekonomis proyek yaitu selama 25 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiansyah, M. (n.d.). *Politeknik Negeri Jakarta 2022*.
- Artiyasa, M. (2023). Analisis penggunaan sistem off-grid untuk penggunaan private house menggunakan PVSyst 7.2 di Desa Adat Sinar Resmi. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 54–65.
- Aryza, S. (n.d.). Analisis perencanaan pembangkit listrik tenaga surya off-grid skala rumah tangga menggunakan software PVSyst 7.2 di Kecamatan Pulau Rakyat.
- Bambang, H. P., et al. (n.d.). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Bayuaji, K., et al. (2018). *Panduan studi kelayakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat*. Jakarta: Tetra Tech ES, Inc.
- Haryanto, B. (2018). *Optimasi pembangkit hybrid PLN–solar cell pada aplikasi home industry* [Skripsi, Universitas Islam Indonesia].
- Hidayat, T. (2020). Teknologi deteksi dan diagnosis kerusakan pada PLTS: Review. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 9(1), 12–18.
- Hilaliya, N. A. (2022). Studi kelayakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) on-grid pada gedung Laboratorium Teknik Elektro Unila. *Teknik Elektro Unila*, 1–23.
- Lara, I. (2017). Studi kelayakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan baterai dan terhubung grid di Nias, Sumatera Utara. *Jurnal Teknik Elektro*, 1–48.
- Penyusun, T. (2020). *Studi kelayakan pembangkit listrik tenaga surya*. 1–100.
- Sebagai, D. (2002). *Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat off-grid di desa terpencil Kabupaten Indragiri Hulu* [Tugas Akhir].
- Soedjarwanto, N. (2022). Studi kelayakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan baterai dan terhubung grid di Nias, Sumatera Utara. *Jurnal Teknik Ilmu dan Aplikasi*, 1–7.

- Tampubolon, P., & Praditya, A. C. (2019). *Laporan status energi bersih Indonesia*. IESR.
- Tirta, F. (2020). Analisis potensi dan unjuk kerja perencanaan pembangkit listrik tenaga surya di SMA Negeri 4 Semarang. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 490–496.
- Tony, K., & Wasri, A. H. (2018). Kajian sistem kinerja PLTS off-grid 1 kWp di STT-PLN. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 10(1), 38–44.
- Zalmadi, S., Syarif, H., & Muslimin, N. E. (2017). Perencanaan penggunaan PLTS di Stasiun Kereta Api Cirebon. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 9(1), 70–83.