

Proyeksi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Energi Alternatif di Universitas Pendidikan Nasional

Jaka Permadi Siswanto¹, I Wayan Sukadana²

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional
I Wayan Sukadana, sukadana@undiknas.ac.id

Received: July 2021; Accepted: September 2021; Published: November 2021

DOI : <https://doi.org/10.30649/je.v3i2.73>

Abstrak

Energi listrik yang dikonsumsi saat ini, sebagian besar disuplai oleh bahan bakar fosil yang terbatas dan berdampak buruk terhadap lingkungan. Hal ini mendorong terciptanya Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang dikeluarkan oleh Pemerintah Indonesia untuk mengatasi krisis bahan bakar fosil dan meningkatkan penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT) seperti energi surya. Universitas Pendidikan Nasional (Undiknas) memiliki potensi untuk mengembangkan PLTS. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis potensi pengembangan PLTS pada lapangan basket kampus Undiknas. Simulasi perhitungan energi yang akan dihasilkan dihitung menggunakan software PVSyst. Didapatkan bahwa lapangan basket kampus Undiknas berpotensi menghasilkan daya listrik sebesar 129 MWh/tahun. Dengan menggunakan teknologi *monocrystalline*, investasi awal PLTS dapat dikembalikan pada bulan ke 23 dan keuntungan total setelah pemakaian selama 20 tahun mencapai Rp 4.107.252.230. Sementara itu, dengan teknologi *polycrystalline* investasi awal dapat dikembalikan pada bulan ke 26 dan keuntungan total setelah pemakaian selama 20 tahun mencapai Rp 4.028.576.640. Hal ini membuktikan bahwa, panel surya teknologi Monocrystalline lebih optimal digunakan untuk perencanaan PLTS di lapangan basket Undiknas Denpasar.

Kata kunci: EBT, PLTS, *monocrystalline*, *polycrystalline*, PVSyst

Abstract

The electrical energy consumed today is mostly supplied by limited fossil fuels and has a negative impact on the environment. This prompted the creation of the National Energy Policy issued by the Government of Indonesia to address the fossil fuel crisis and increase the use of new and renewable energy such as solar energy. Undiknas has the potential to develop PV mini-grid. In this study, an analysis of the potential for PV development was carried out on the Undiknas campus basketball court. The energy calculation simulation that will be generated is calculated using the PVSyst software. It was found that the Undiknas campus basketball court has the potential to generate 129 MWh/year of electrical power. By using Monocrystalline technology, the initial investment in PV system can be returned in the 23rd month and the total profit after 20 years of use reaches Rp. 4,107,252,230. Meanwhile, with Polycrystalline technology, the initial investment can be returned in the 26th month and the total profit after 20 years of use reaches IDR 4,028,576,640. This proves

that Monocrystalline technology solar panels are more optimally used for PV system planning on the Undiknas basketball court Denpasar.

Key words: EBT, PV system, monocrystalline, polycrystalline, PVSyst

I. PENDAHULUAN

Energi merupakan suatu syarat untuk keberlangsungan kehidupan manusia. Semakin banyak energi yang dibutuhkan maka dapat meningkatkan kemakmuran manusia, selain itu kebutuhan energi dapat menimbulkan masalah juga dalam penyediannya [1].

Energi listrik yang dikonsumsi saat ini, sebagian besar terpenuhi oleh energi bahan bakar fosil yang terbatas dan berdampak buruk pada lingkungan [2]. Produksi minyak bumi nasional juga sudah menurun sehingga untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri saja sudah harus melakukan impor. Jika hal ini terus berlanjut, maka akan terjadi krisis energi [3].

Krisis energi tersebut sedang ditangani oleh Pemerintah Indonesia dengan mengeluarkan peraturan pemerintah tentang Kebijakan Energi Nasional yang bertujuan meningkatnya peran energi baru dan terbarukan serta mengurangi penggunaan energi fosil [4].

Indonesia memiliki potensi yang besar untuk menerapkan PLTS karena terletak di daerah ekuator. Hal ini menyebabkan sinar matahari bisa tersedia sepanjang tahun di seluruh wilayah Indonesia [5]. Potensi energi listrik surya yang dapat dihasilkan di wilayah Indonesia mencapai 4.5 kW/m²/hari [6].

Universitas Pendidikan Nasional (Undiknas) yang berada dibawah PERDIKNAS Denpasar, Bali memiliki kampus sebanyak 3 unit yaitu kampus S1, kampus Pascasarjana, dan Yayasan. Total luas keseluruhan kampus adalah 20.767 m². Kampus S1 memiliki luas paling besar dari ketiga kampus tersebut, yaitu mencapai 14.350 m². Hal ini menjadikan kampus S1 memiliki potensi terbesar dari

semua kampus Undiknas dilihat dari segi luas wilayahnya, dimana hal tersebut akan menentukan ukuran PLTS yang bisa dipasang [7].

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan analisis potensi PLTS di di lapangan basket kampus S1 Undiknas untuk mengetahui besar potensi PLTS, desain unit PLTS yang optimal dan daya yg akan dihasilkan. Hal ini juga merupakan dukungan untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan serta mengurangi penggunaan energi fosil yang sudah dilakukan oleh pemerintah Indonesia dalam program kebijakan energi nasional.

II. METODE PENELITIAN

Pembangkit listrik tenaga surya sangat dipengaruhi oleh kemampuan menyerap photon Energy dengan rumus seperti pada Persamaan 1.

$$E = \frac{h c}{\lambda} \quad (1)$$

Dimana,

E = Energy Photon

h = Konstanta Plank

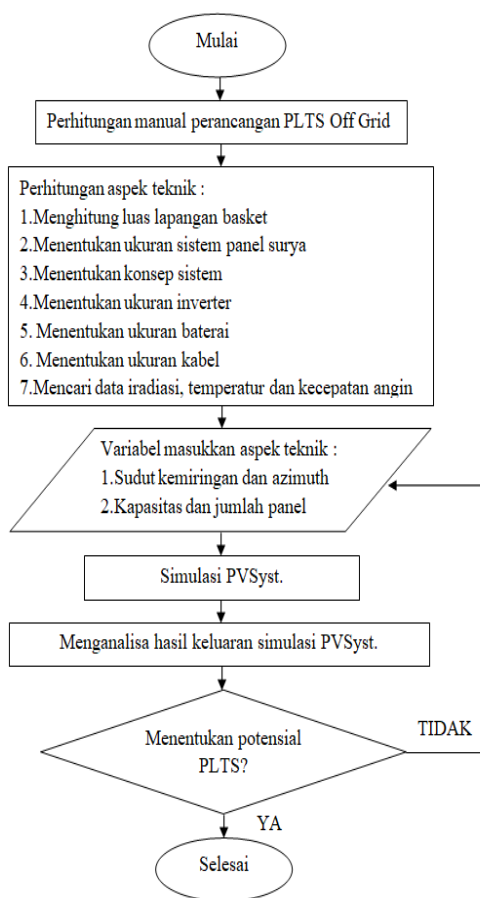
c = Kecepatan Cahaya

λ = Panjang Gelombang

Penelitian ini dilakukan di lapangan basket Undiknas. Lapangan ini berlokasi di kampus S1 Undiknas, Denpasar Selatan, Bali dengan titik koordinat *latitude* - 8.696240, *longitude* 115.225733 dan ketinggian 15 meter diatas permukaan air laut. Area ini difungsikan sebagai tempat olahraga dan bermain basket bagi mahasiswa Undiknas [7]. Dengan mengetahui posisi dan lokasi penempatan

pembangkit listrik tenaga surya, maka panjang gelombang dan akumulasi energy pothon dapat dihitung.

Desain lapangan basket akan digambar menggunakan aplikasi *SketchUp* untuk memudahkan perhitungan jumlah panel surya yang digunakan. Pengumpulan data dilakukan dengan menentukan kapasitas panel surya, kapasitas baterai dan kapasitas inverter. Simulasi perhitungan energi yang dihasilkan dari 3 jenis panel surya dihitung menggunakan software PVSyst.



Gambar 1. Diagram alir perancangan dan simulasi PLTS.

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 1, yang menjabarkan tahapan dalam penelitian. Dengan simulasi PVSyst, potensi dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya dapat diketahui dan dihitung.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

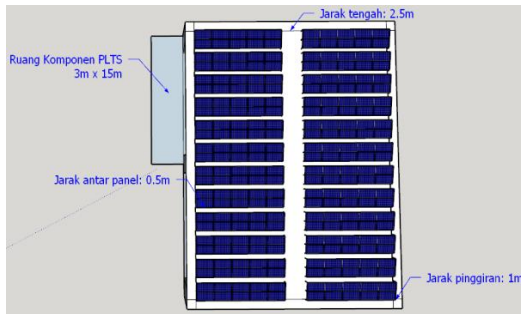
Universitas Pendidikan Nasional atau yang lebih dikenal dengan nama Undiknas, merupakan universitas yang berlokasi di daerah Denpasar, Bali. Kampus S1 Undiknas memiliki luas 14.350 m². Luas lapangan basket yang akan digunakan untuk perencanaan pemasangan PLTS memiliki luas total 720 m² [7].



Gambar 2. Lokasi Pembangunan PLTS

Pada Gambar 2 menunjukan rencana lokasi dari penempatan pembangkit listrik tenaga surya yang akan di hitung. Lapangan basket Undiknas digambar dalam tampilan 3 dimensi menggunakan software *SketchUp* dengan tujuan mempermudah perhitungan luas lapangan dan jumlah panel yang dapat dipasang sesuai dengan kondisi di lapangan.

Luas total lapangan basket adalah 720 m² dengan bentuk atap mendatar (flat roof). Tinggi dari desain bangunan ini adalah 8,5 meter yang bertujuan untuk menghindari *shadding* dari Gedung B yang ada di sebelahnya. Jumlah panel surya yang dapat dipasang sesuai dengan software *sketchup* adalah 240. Panel surya yang akan dipakai memiliki luas dimensi 2 m². Sehingga, luas area yang akan digunakan untuk pemasangan PLTS dan perhitungan pada PVSyst adalah 480 m². Luas tersebut mencapai 66.7% dari luas total 720 m² dan sisanya yaitu 33.3% (240 m²) digunakan untuk area *maintenance* panel surya.



Gambar 3. Tampilan *SketchUp* lapangan basket Undiknas

Berdasarkan hasil perhitungan pada PVSyst, maka dibuatlah Gambar 3 merupakan rencana gambar 3D

pemasangan pembangkit listrik tenaga surya yang sedang diteliti, dengan menggunakan Skecup.

PVSyst memerlukan 11 input untuk mendapatkan hasil perhitungan besarnya produksi energi dari PLTS, yaitu: location, geographical coordinates, monthly meteo, PV area (m^2), tilt (deg), azimuth (deg), modul type, mounting disposition, PV technology, ventilation property dan modul cost (IDR/Wp). Database tentang kondisi radiasi matahari dan meteorologi pada tab monthly meteo diinput menggunakan data dari BMKG [8].

Tabel 1. Inputan software PVSyst dari 3 teknologi panel surya

No	Jenis Teknologi	Monocrystalline	Polycrystalline	Thin Film
1	Titik lokasi koordinat	Latitude -8.696240, Longitude 115.225733		
2	Ketinggian lokasi	15 meter diatas permukaan air laut		
3	Luas Area M^2	480	480	480
4	Sudut putar / Tilt	14°	14°	14°
5	Sudut kemiringan / Azimut	0°	0°	0°
6	Harga modul cost	Rp. 6100	Rp. 7600	Rp. 5600
	/watt peak	(0.48 dollar)	(0.56 dollar)	(0.4 dollar)

Tabel 2. Hasil perhitungan software PVSyst dari 3 teknologi panel surya

No	Technology	Nominal Power	Nilai Investasi	Energy Cost (IDR/kwh)	Annual Yield (MWh/yr)
1	Monocrystalline	76.8 kW	Rp 470.167.770	292.58	129
2	Pollycristaline	72.0 kW	Rp 548.843.360	364.22	121
3	Thin film	48.0 kW	Rp 270.211.183	269.1	80.7

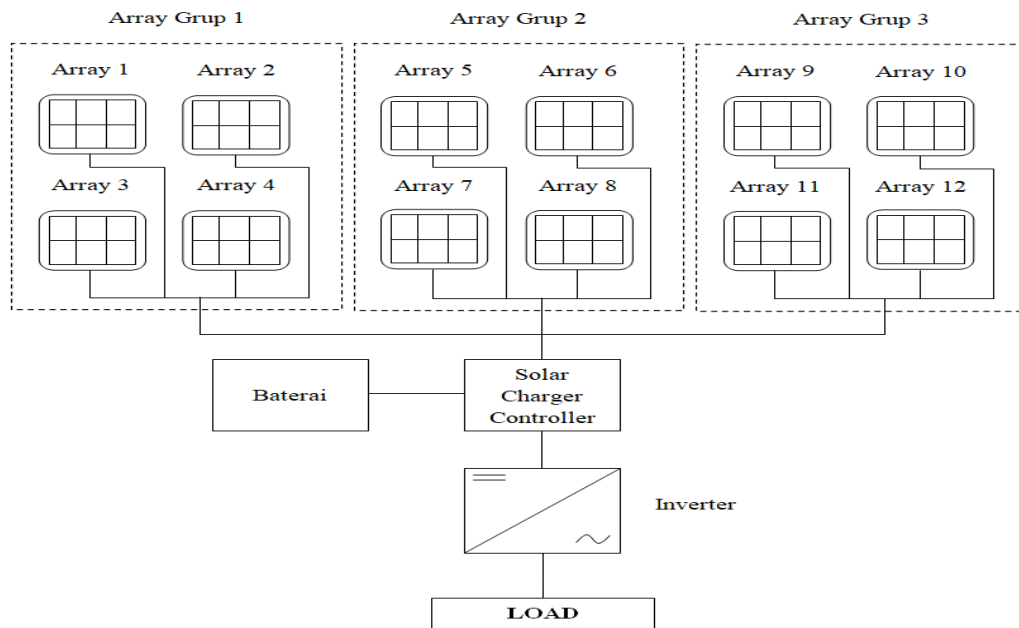
Pada Tabel 1 dan Tabel 2 diatas dapat dilihat nilai investasi *polycrystalline* lebih mahal dan daya yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan *monocrystalline*. Teknologi *thin film* menghasilkan daya output yang sangat rendah meskipun nilai investasinya lebih murah. Sehingga, teknologi panel surya yang paling cocok digunakan adalah *monocrystalline* dengan nominal power

sebesar 76.8 kW. Inverter yang dibutuhkan adalah inverter 3 phase dengan daya 80 kW sebanyak 1 buah inverter dengan rata-rata daya yang dihasilkan pertahunnya sebesar 129 Mwh/Years.

Desain sistem PLTS yang digunakan merupakan sistem dengan 3 grup array. Dalam satu grup array terdapat 4 array dan disetiap array terdapat 20 modul surya. Sehingga dari 12 array, terdapat 240 modul

surya yang terpasang. Pembagian array bertujuan untuk memudahkan perawatan panel surya jika terjadi kerusakan. Rangkaian dari grup array menuju ke solar

charger controller, kemudian menuju ke baterai untuk menyimpan energi listrik dan inverter untuk mengubah listrik DC menjadi AC [3].



Gambar 4. Desain sistem PLTS

Pada Gambar 4 menunjukkan desain pembangkit listrik tenaga surya yang terdiri dari 3 group array dengan total sel surya sebanyak 12 buah. Yang terpasang pada satu controller dan inverter, yang terkoneksi pada baterai.

Sistem PLTS harus dirawat secara berkala agar bisa beroperasi secara maksimal dan handal. Perawatan sistem PLTS mencakup pembersihan bagian permukaan kaca penutup modul surya dari

debu, supaya tidak menghalangi sinar matahari masuk ke solar cell, juga pengecekan kabel-kabel instalasi solar panel dan kehandalan system dari solar panel ke inverter [5]. Biaya perawatan dan operasional untuk upah tenaga maintenance beserta consumable part untuk perawatan panel surya agar bekerja dengan maksimal dan handal dapat dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 3. Biaya perawatan dan operasional PLTS

No.	Uraian	Koefisien		Harga Satuan Upah (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Teknisi	1	orang	250,000	250,000
2	Pembantu Teknisi	1	orang	150,000	150,000
3	Consumable Part	1	set	100,000	100,000
			Jumlah / 2 minggu		500,000

Tabel 3 menunjukkan besarnya nilai biaya perawatan PLTS dalam waktu 2 minggu mencapai Rp 500.000. Sehingga,

dalam 20 tahun menjadi Rp 240.000.000 dimana 20 tahun merupakan umur PLTS mampu beroperasi secara layak [10].

Biaya pada perancangan dihitung sesuai dengan spesifikasi sistem PLTS yang ditentukan dari biaya investasi awal

yaitu harga dari setiap komponen PLTS yang digunakan selama 20 tahun.

Tabel 4. Biaya investasi komponen PLTS

No	Komponen	Kapasitas	Masa Pakai (tahun)	Jumlah	Harga (Juta)	Total (Juta)	Dalam 20 tahun (Juta)
1	Inverter	80 kW	10	1	80	80	160
2	Baterai	120Ah/12V	5	54	3	135	540
3	SCC	100 A	10	24	9	216	432
Total (Juta)						431	1132

Tabel 4 menunjukkan besarnya biaya investasi komponen PLTS mencapai Rp 297.460.000 selama 20 tahun.

Perhitungan biaya listrik diperlukan untuk melihat proyeksi penghematan dan keuntungan biaya tagihan listrik sesudah penggunaan sistem panel surya yang memiliki umur operasi selama kurang lebih 20 tahun. Berikut adalah perkiraan perhitungan jumlah biaya yang dihemat apabila menggunakan panel surya. Daya output yang dihasilkan PLTS adalah 76.8 kW dengan waktu optimal operasi PLTS selama 10 jam.

$$76.8 \text{ kW} \times 10 \text{ jam} = 768 \text{ kWh}$$

$$768 \text{ kWh} \times \text{Rp. } 925 = \text{Rp. } 710.400/\text{hari} [12]$$

Keterangan : tarif PLN Gol S-3

Dalam satu bulan mencapai Rp. 21.312.000 dan satu tahun mencapai Rp. 255.744.000.

Dengan menggunakan teknologi *monocrystalline*, nilai investasi dari PVSyst yang sebesar Rp 470.167.770, dapat dikembalikan pada bulan ke 23 dan keuntungan total selama 20 tahun mencapai Rp 5.114.880.000. Jumlah tersebut masih harus dikurangi biaya operasional dan maintenance selama 20 tahun sebesar Rp 240.000.000 dan investasi awal untuk komponen PLTS

selama 20 tahun sebesar Rp 297.460.000 serta investasi awal dari PVSyst sebesar Rp. 470.167.770. Sehingga margin selisih bersihnya menjadi Rp 4.107.252.230.

Selanjutnya dengan menggunakan teknologi *polycrystalline*, nilai investasi dari PVSyst sebesar Rp 548.843.360, dapat dikembalikan pada bulan ke 26 dan keuntungan bersihnya mencapai Rp 4.107.252.230.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan data penelitian yang sudah dijelaskan melalui perhitungan PVSyst, lapangan basket kampus Undiknas berpotensi menghasilkan daya listrik sebesar 129 MWh/tahun, sehingga perencanaan PLTS di lapangan basket kampus Undiknas memiliki potensi yang bagus.

Desain PLTS dengan panel surya jenis *monocrystalline* merupakan yang paling optimal digunakan karena investasi awal dapat dikembalikan lebih cepat dan keuntungan totalnya juga lebih banyak dibandingkan dengan panel surya jenis *polycrystalline*.

Besarnya daya yg mampu dihasilkan dari PLTS adalah 129 MWh/tahun. Teknologi *monocrystalline* mampu mengembalikan investasi awal pada bulan ke 23 dan keuntungan total mencapai Rp 4.107.252.230. Sementara itu, teknologi

polycrystalline mampu mengembalikan investasi awal pada bulan ke 26 dan keuntungan total mencapai Rp 4.028.576.640.

V. RUJUKAN

- [1] B. B. Juen, "Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Antara PLN dan PLTS," *Jurnal Ilmiah TELSINAS*, Vol. 3, No. 2, 2020.
- [2] I. N. Kumara, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Urban dan Ketersediaannya di Indonesia," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 9, No. 1, 2010.
- [3] K. H. Merta, "Rancangan Penempatan Modul Surya dan Simulasi PLTS Fotovoltaik Atap Gedung RSPTN Rumah Sakit Universitas Udayana," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 18, No. 3, 2019.
- [4] KESDM, "Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia," *Nomor : 1128 K/40/MEM/2004 Tentang Kebijakan Batubara Nasional*, 2004.
- [5] S. K. Agus, "Analisa Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 1 MWp Terinterkoneksi Jaringan di Kayubih, Bangli," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 13, No. 1, 2014.
- [6] I. P. Eka, "Perancangan Photovoltaic Stand Alone Sebagai Catu Daya Base Transceiver Station Telekomunikasi di Nusa Penida," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 12, No. 1, 2011.
- [7] UNDIKNAS, "*Profil Universitas Pendidikan Nasional*," Denpasar : Universitas Pendidikan Nasional, 2010.
- [8] Suriadi, M. Syukri, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST pada Komplek Perumahan di Banda Aceh," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, Vol. 9, No. 2, 2010.
- [9] V. R. Kossi, "Perencanaan PLTS Terpusat (Off-Grid) di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah," *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 2, No. 1, 2018.
- [10] P. R. Arora, "Right Time to Reap Benefits from Residential Solar Rooftop PV in India - A Venture of Millions," *International Journal of Scientific and Research Publications*, Vol. 3, Issue 7, 2013.
- [11] -----, "Harga komponen PLTS," website.[Online], <http://tokopedia.com>. Tanggal akses: 6 Januari 2022.
- [12] PLN, "*Tarif Dasar Listrik*," Denpasar : Perusahaan Listrik Negara, 2022.