

ANALISIS KEMAMPUAN PEMBANGKITAN PLTS HYBRID SELAYAR 1,3 MWp

Alim Muarif¹, Bakhtiar^{2*}, Andarini Asri³

Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar, 90245

Informasi Artikel

Diterima, 2 Juli 2023
Direvisi, 17 Agustus 2023
Disetujui, 20 September 2023
Dipublikasi, 9 Oktober 2023

Abstract

One of the power plants built by the government through PT PLN Persero is the 1.3 MWp Selayar Hybrid PLTS. This PLTS is located in Parak Village, Bontomanai District, Selayar Regency, South Sulawesi (Sulsel). This PLTS was built on an area of 1.46 hectares (ha) with a capacity of 1.3 megawattpeak (MWp). However, sometimes the construction of PLTS is not balanced with good maintenance, which can reduce the performance of the PLTS. This research was carried out to analyze PV module efficiency and performance ratios as well as a simulation regarding the system and location of the Selayar PLTS installation. Then the simulation results become a reference for comparative analysis of the real operating conditions of the Selayar PLTS, which aims to identify the real production of electrical energy, constraints and operational problems of the PLTS. From the results of data analysis, it was found that the average efficiency of the solar modules used in the Selayar 1.3 MWp Hybrid PLTS was 14.44%. The energy produced by the Selayar hybrid PLTS during the period 1 March 2023 to 31 March 2023 with operating hours of 07.00-17.00 is 153.08 MWh. With a Final Yield (Yf) of 3,804 hours, Reference Yield (Yr) of 5,802 hours, and a Performance Ratio (PR) of 65.57%. There are differences in the results of the comparison between the simulation using the Pvsyst application and the real results, where the real results are lower than the simulation results. The simulation electricity production results and the real results show a difference in energy production of 23,822 MWh or 12.86%.

Key words: PLTS, PV module efficiency, performance ratio (PR).

Abstrak

Salah satu pembangkit listrik yang dibangun pemerintah melalui PT.PLN Persero adalah PLTS Hybrid Selayar 1.3 MWp. PLTS ini berada di Desa Parak, Kecamatan Bontomanai, Kabupaten Selayar, Sulawesi Selatan (Sulsel). PLTS ini dibangun di atas lahan seluas 1,46 hektare (ha) dengan kapasitas 1,3 mega wattpeak (MWp). Namun terkadang pembangunan PLTS tidak diimbangi dengan perawatan yang baik, sehingga dapat menurunkan unjuk kerja atau performa dari PLTS. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efisiensi modul PV dan rasio performa serta suatu simulasi terkait sistem dan lokasi pemasangan PLTS Selayar. Kemudian hasil simulasi menjadi acuan untuk analisis perbandingan terhadap kondisi real operasi PLTS Selayar, yang bertujuan agar produksi real energi listrik, kendala, dan permasalahan operasi PLTS dapat diketahui. Dari hasil analisa data diperoleh bahwa rata-rata efisiensi modul surya yang digunakan pada PLTS Hybrid Selayar 1.3 MWp adalah sebesar 14.44 %. Energi yang dihasilkan PLTS hybrid Selayar selama kurun waktu 1 Maret 2023 s.d 31 Maret 2023 dengan waktu operasi jam 07.00-17.00 adalah sebesar 153.08 MWh. Dengan Final Yield (Yf) sebesar 3.804 Jam, Reference Yield (Yr) sebesar 5.802 jam, dan Performance Rasio (PR) sebesar 65.57 %. Hasil perbandingan antara simulasi menggunakan aplikasi Pvsyst dengan hasil real terdapat perbedaan, dimana hasil real lebih rendah dibandingkan hasil simulasi. Hasil produksi listrik simulasi dan hasil real terdapat selisih produksi energi sebesar 23,822 MWh atau 12.86 %.

Kata kunci: PLTS, efisiensi modul PV, rasio performa (PR).

1. PENDAHULUAN

Saat ini pemerintah Indonesia sedang berkomitmen untuk program NZE (Net Zero Emmission). Salah satu program tersebut adalah pembangunan pembangkit listrik berbasis EBT (Energi Baru Terbarukan). Indonesia memiliki target Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sebesar 23% pada bauran energi nasional pada tahun 2025. Kebijakan ini, yang dipadukan dengan komitmen Indonesia untuk mengurangi emisi hingga 29% pada tahun 2030, merupakan upaya yang jelas menuju sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Pada tahun 2018, penggunaan energi baru dan energi terbarukan nasional baru mencapai 11,68% dan masih jauh dari yang ditargetkan. Untuk mencapai target tahun 2025 hingga 2050, pemerintah harus terus menggali potensi energi baru dan energi terbarukan di tingkat daerah serta terus melakukan investasi di sektor energi baru dan energi terbarukan[1].

Salah satu energi terbarukan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia sebagai negara tropis adalah energi dari cahaya matahari atau tenaga surya. Tenaga surya merupakan sumber energi tak

*penulis korespondensi
e-mail : muarifalim@gmail.com

terbatas, karena energi matahari merupakan energi terbesar di Bumi. Bagi negara-negara tropis seperti Indonesia, sinar matahari sangatlah mudah untuk ditemui. Rata-rata insolasi harian Indonesia berkisar antara 4,5 – 4,8 kWh/m² /hari [2], sehingga berpotensi untuk mengembangkan energi surya menjadi sumber energi terbarukan.

PLTS merupakan sesuatu yang masih terus dikembangkan terutama di Sulawesi Selatan. Sehingga potensi dari produksi energi listrik, unjuk kerja, dan permasalahan dalam pengoperasian PLTS ini terkait sistem dan lokasi pemasangan belum banyak diketahui.

Salah satu pembangkit listrik yang dibangun pemerintah melalui PT.PLN Persero adalah PLTS Hybrid Selayar 1.3 MWp. PLTS ini berada di Desa Parak, Kecamatan Bontomanai, Kabupaten Selayar, Sulawesi Selatan (Sulsel). PLTS ini dibangun di atas lahan seluas 1,46 hektare (ha) dengan kapasitas 1,3 mega wattpeak (MWp). Berdasarkan hasil wawancara awal dengan salah satu operator PLTS Hybrid Selayar, PLTS tersebut terdiri dari 3520 pv tipe monocrystalline dengan kapasitas 370Wp setiap pvnya dan dapat membangkitkan listrik beban puncak 1.3 MWp.

Namun terkadang pembangunan PLTS tidak diimbangi dengan perawatan yang baik, sehingga dapat menurunkan unjuk kerja atau performa dari PLTS. Berdasarkan IEC 61724 : Photovoltaic system performance monitoring-guidelines for measurement, data exchange and analysis, parameter unjuk kerja PLTS dipresentasikan dengan menghitung Final Yield (Yf), Reference Yield (Yr) dan Performance Rasio (PR)[3]. Dengan demikian maka untuk dapat mengetahui kemampuan pembangkitan PLTS Selayar perlu dilakukan Analisa efisiensi modul PV dan rasio performa serta suatu simulasi terkait sistem dan lokasi pemasangan PLTS Selayar. Kemudian hasil simulasi menjadi acuan untuk analisis perbandingan terhadap kondisi real operasi PLTS Selayar, yang bertujuan agar produksi real energi listrik, kendala, dan permasalahan operasi PLTS dapat diketahui.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi pengambilan data analisis kemampuan pembangkitan PLTS Hybrid Selayar 1.3 MWp dilakukan dengan mengunjungi langsung dan mengambil data di site PLTS Hybrid Selayar yang terletak di desa Parak Kec. Bontomanai Kab. Selayar Provinsi Sulawesi Selatan yang secara geografis terletak pada koordinat -6.04 LS, 120.45 BT. Waktu pembuatan dan pengerjaan analisis ini dilakukan selama 3 bulan, mulai dari bulan Mei 2023 sampai dengan Agustus 2023. Penelitian ini menggunakan metode observasi dan data sheet sehingga tidak memerlukan bahan secara spesifik, Adapun kebutuhan alat dalam penelitian ini yaitu laptop MSI Thin GF63 dan *software* PVSyst versi 7.4. Penelitian dimulai dengan melakukan Studi literatur dimana penulis pengumpulan referensi dari buku-buku, penelitian sebelumnya dan jurnal-jurnal dari internet yang berhubungan atau yang dapat mendukung teori penyelesaian penelitian “Analisis Kemampuan Pembangkitan PLTS Hybrid Selayar 1.3 MWp”. Kemudian tahapan selanjutnya dilakukan pengambilan data-data dan observasi langsung pada site pembangkitan PLTS Hybrid Selayar. Selain data yang diambil di lapangan, peneliti juga melakukan wawancara kepada pegawai di PLTS Hybrid Selayar untuk memperoleh informasi secara lebih detail. Selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan aplikasi *PVSyst* dengan menggunakan data teknis konfigurasi sistem dan lokasi geografi sesuai hasil identifikasi PLTS Hybrid Selayar. Kemudian akan dibandingkan dan dianalisis terhadap produksi real energi listrik dan unjuk kerja PLTS Hybrid Selayar. Analisa data dilakukan setelah pengambilan data di site PLTS Hybrid Selayar. Setelah memperoleh data-data yang diperlukan selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan variabel-variabel yang diteliti. Adapun variabel-variabel yang dihitung yaitu ; Perhitungan efisiensi panel surya, perhitungan unjuk kerja PLTS Hybrid Selayar 1.3 MWp, melakukan simulasi pada aplikasi *PVSyst* berdasarkan data teknis dan konfigurasi PLTS Hybrid Selayar 1.3 MWp, melakukan perbandingan antara kondisi real dan hasil simulasi menggunakan aplikasi *PVSyst*, memberikan kesimpulan dan saran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

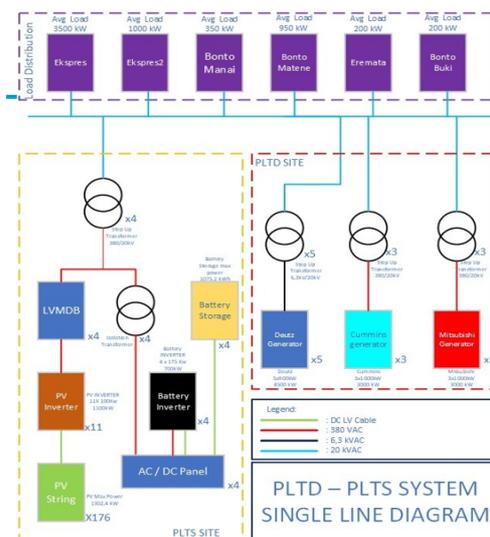
Bagian ini menjelaskan hasil dan pembahasan dari hasil analisis efisiensi panel surya pada PLTS Selayar, hasil produksi listrik dan unjuk kerja PLTS secara real dan secara simulasi menggunakan aplikasi *PVSyst*.

3.1 Overview PLTS Hybrid Selayar 1,3 MWp

Secara geografis PLTS Selayar terletak pada koordinat -6.04 LS, 120.45 BT. Gambar 1 menunjukkan letak PLTS Selayar tampak atas, PLTS Selayar terletak di Desa Parak, Kec. Bontomanai, Kab. Selayar dengan luas area 14.719 m². PLTS Selayar merupakan kategori PLTS skala besar (>500 kW) dengan kapasitas 1.3 MWp ditambah dengan baterai 870 kWh dan bekerja secara hybrid dengan PLTD Selayar. Single line diagram PLTS Hybrid selayar dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Tampak atas PLTS Selayar



Gambar 2. Single line PLTS Selayar

PLTS Selayar merupakan PLTS dengan konfigurasi pembangkitan daya hybrid dengan backup baterai. PLTS Selayar hybrid dengan PLTD Selayar. PLTS Selayar memiliki kapasitas daya total terpasang sebesar 1.302.400 Wp tipe *monocrystalline*. Terdiri dari 3520 buah modul surya kapasitas daya 370 Wp buatan ICA Solar. Modul terpasang pada penyangga dengan kemiringan 10° ke arah 6° utara. 6° utara. PLTS Selayar terdiri dari 11 Combiner, dimana setiap combiner terdiri 8 table, 1 table terdiri dari 2 string dan setiap stringnya terdiri dari 20 modul PV, sehingga pada PLTS ini menggunakan PV modul total sebanyak 3520 modul. Gambar string PV modul pada PLTS Selayar dapat dilihat pada gambar 3.



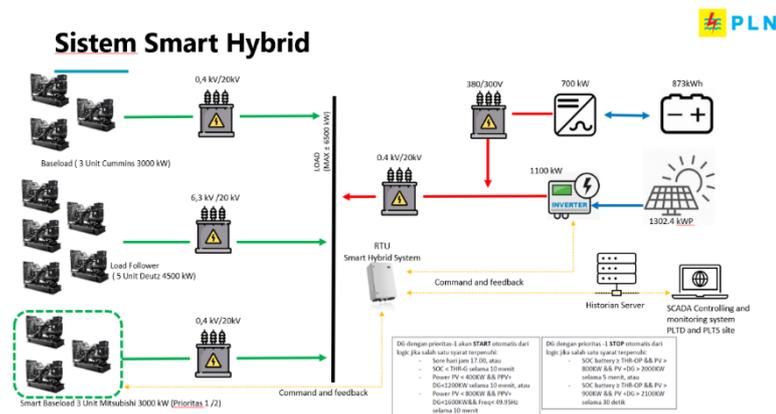
Gambar 3. String array modul surya PLTS Selayar

Untuk merubah daya listrik DC keluaran panel surya menjadi daya AC, dipergunakan inverter Huawei Sun2000-100KTL sebanyak 11 buah dengan kapasitas masing-masing 100 kW. Setiap input inverter berasal dari PVSC (PV String Combiner). Bentuk inverter dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Inverter Huawei Sun2000-100KTL

Untuk mengatur semua konfigurasi kerja dari PLTS digunakan system smart hybrid. Gambar 5 menunjukkan konfigurasi dari system smart hybrid yang digunakan pada PLTS Hybrid Selayar. Pola kontrolnya adalah, Ketika pukul 06.00-17.00 yang bekerja adalah system PLTD + PLTS dan pukul 17.00-06.00 adalah PLTD sendiri. Apabila daya keluaran PV mengalami penurunan maka akan di backup oleh daya dari baterai, tetapi jika daya baterai SOC<40% dan daya dari PV<400kW maka RTU akan memerintahkan generator untuk start up. Generator posisi mode remote auto sebanyak 2 unit dengan prioritas operasi level 1 dan 2. Level 1 dimana mesin selalu beroperasi dengan spinning reserve sebesar 200 kW, level 2 dimana mesin berstatus standby/beroperasi, saat mesin standby maka mesin akan dipanggil sewaktu-waktu saat daya keluaran PV dan baterai menurun. Sementara itu daya generator Deutz dan Cummins diatur sebagai baseload secara manual.



Gambar 5. System Smart Hybrid

3.2 Hasil analisis efisiensi PV

Waktu	P Act PV (kW DC)	Irradiance (W/m ²)	Efisiensi
19/03/2023 07:00:00.00	162.1897759	114.402696	20.75700086
30/03/2023 12:00:00.00	515.2032293	1377.996936	5.474036808
08/03/2023 17:00:00.00	247.0932156	283.8735786	12.74421933

Tabel 1. Hasil perhitungan efisiensi

Dari tabel 1 diatas dapat dilihat bahwa pada saat pukul 12.00 dengan irradiansi puncak paling tertinggi diperoleh efisiensi yang lebih rendah dibandingkan efisiensi yang diperoleh pada pukul 07.00 pagi dan pukul 17.00 sore. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh losses yang terjadi karena adanya peningkatan suhu pada permukaan panel surya.

3.3 Hasil unjuk kerja PLTS Selayar

Analisis unjuk kerja yang digunakan adalah periode bulanan, yaitu data operasi pembangkitan PLTS Selayar dari tanggal 1 Maret sampai dengan 31 Maret 2023. Sebelum melakukan analisis, data yang diperoleh diolah terlebih dahulu, semua data yang terekam perjam dengan waktu operasi pukul 07.00 sampai pukul 17.00 ditotal, kemudian dibagi jumlah hari selama bulan Maret, yaitu sebanyak 31 hari. Data yang telah diolah

ini yang nantinya akan dipergunakan dalam rumus perhitungan unjuk kerja PLTS. Untuk hasil perhitungan unjuk kerja dapat dilihat pada tabel 2.

P Act PV (MW AC)	Data Energi (MWh)	Irradiance (kW/m ²)	YF (Jam)	YR (Jam)	PR (%)
155.813	153,606	179,892	3,804	5,802	65.57
5.026	4,955	5,802			

Tabel 2. Hasil perhitungan unjuk kerja

3.4 Hasil simulasi menggunakan aplikasi PVSyst

Dari hasil simulasi menggunakan *PVsyst* dapat diketahui bahwa pada lokasi terpasang, PLTS Selayar memiliki potensi untuk menghasilkan energi listrik sebesar 177.428 kWh pada bulan Maret, dengan rasio performance (PR) sebesar 0.803 atau 80.3 %, dengan rincian dapat dilihat pada table 3. Sedangkan table 4 menunjukkan koefisien performa pada PLTS Selayar.

	Globlnc kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh
January	167.0	178028	174881
February	148.3	158505	155722
March	169.7	180640	177428
April	182.5	194104	190535
May	168.9	180477	177253
June	162.9	175538	172443
July	185.4	199424	195888
August	209.4	223131	218943
September	200.0	211231	207208
October	206.1	216859	212753
November	189.7	200625	196946
December	169.4	179976	176785
Year	2159.3	2298538	2256783

Tabel 3. Potensi produksi PLTS Selayar dengan simulasi aplikasi

	Globlnc kWh/m ²	Yf kWh/kWp/day	Yr kWh/m ² /day	PR ratio
January	167.0	4.33	5.39	0.804
February	148.3	4.27	5.30	0.806
March	169.7	4.39	5.47	0.803
April	182.5	4.88	6.08	0.801
May	168.9	4.39	5.45	0.806
June	162.9	4.41	5.43	0.813
July	185.4	4.85	5.98	0.811
August	209.4	5.42	6.75	0.803
September	200.0	5.30	6.67	0.796
October	206.1	5.27	6.65	0.793
November	189.7	5.04	6.32	0.797
December	169.4	4.38	5.47	0.801
Year	2159.3	4.75	5.92	0.802

Tabel 4. Koefisien performa PLTS Selayar menggunakan simulasi aplikasi

3.5 Perbandingan hasil simulasi dengan kondisi real

Dari hasil perbandingan antara simulasi *PVsyst* dengan produksi real energi listrik PLTS Selayar selama kurun waktu 1 Maret 2023 s.d. 31 Maret 2023, dapat diketahui bahwa produksi listrik real PLTS Selayar lebih rendah dari hasil simulasi *PVsyst*, dengan selisih sebesar 23,822 MWh atau 12,86 %. Hasil simulasi sebesar 17,428 MWh dengan produksi real sebesar 153,606 MWh. Tabel 5 memperlihatkan perbandingan produksi energi listrik PLTS Selayar.

Bulan	Energi ke Grid (MWh)		Selisih	
	PVsyst	Real	MWh	%
Maret	177,428	153,606	23,822	12,86

Tabel 5. Perbandingan Produksi energi listrik PLTS Selayar

Perbedaan juga tampak pada irradiansi matahari. Pada hasil simulasi, irradiansi matahari pada bulan Maret sebesar 169.7 kW/m², nilai ini lebih rendah dibandingkan irradiansi real pada PLTS Selayar, yaitu sebesar 179.892 kW/ m². Adanya perbedaan produksi energi listrik ini sekaligus akan mempengaruhi hasil dari unjuk kerja PLTS Selayar. Untuk dapat menghasilkan listrik pada maksimum daya terpasang, PLTS Selayar memiliki performa spesifik waktu harian selama 3.804 Jam, lebih rendah dibandingkan hasil simulasi yaitu 4.39 Jam/hari. Table 6 memperlihatkan performa spesifik factor PLTS Selayar.

Bulan	Energi ke Grid (MWh)		YF		YR		PR (%)	
	PVsyst	Real	PVsyst	Real	PVsyst	Real	PVsyst	Real
Maret	177.428	153.606	4.39	3.804	5.47	5.802	80.3	65.57

Tabel 6. Perbandingan Performa spesifik PLTS Selayar

Penutup

PLTS Selayar 1.3 MWp merupakan PLTS yang bekerja secara hybrid dengan PLTD Selayar. PLTS beroperasi memproduksi energi listrik dari pukul 07.00 sampai dengan pukul 17.00. Terdiri dari 3520 lembar panel PV dengan spesifikasi 370 Wp setiap lembarnya. Menggunakan 11 inverter 100kW. PLTS Selayar juga terdapat baterai dengan kapasitas 873 kWh. Dari hasil analisis data diperoleh bahwa rata-rata efisiensi modul surya selama kurun waktu operasi 1 Maret s.d. 31 Maret 2023 yaitu sebesar 14.44 %. Efisiensi paling besar diperoleh pada saat operasi pada pagi hari, kemudian mengalami penurunan efisiensi Ketika puncak irradiansi tertinggi pada pukul 12.00, hal ini disebabkan oleh adanya factor suhu yang mempengaruhi efisiensi dari PLTS. Energi yang dihasilkan PLTS hybrid Selayar selama Maret 2023 dengan waktu operasi jam 07.00-17.00 adalah sebesar 153,08 MWh. Dengan *Final Yield (Yf)* sebesar 3.804 Jam, *Reference Yield (Yr)* sebesar 5.802 jam, dan *Performance Rasio (PR)* sebesar 65.57 %. Dimana hasil real lebih rendah dibandingkan hasil simulasi menggunakan *PVsyst* yaitu produksi sebesar 177,428 MWh, *Final Yield (Yf)* sebesar 4.39 Jam, *Reference Yield (Yr)* sebesar 5.47 jam, dan *Performance Rasio (PR)* sebesar 80.3 %.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada seluruh pihak yang telah berpartisipasi dalam menyelesaikan artikel ini, terkhusus kepada teman-teman yang telah menemani pengambilan data ke lokasi langsung, kepada pihak PLTS Selayar telah menerima dengan baik, dan ucapan terima kasih juga diberikan khususnya kepada pembimbing penulisan artikel ini dan program studi D4 Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Daftar Referensi

- [1] Setyono, J., Mardiansjah, F., & Astuti, M. (2021). Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. In *Jurnal Riptek* (Vol. 13, Issue 2). <http://riptek.semarangkota.go.id>
- [2] Ramadhan, S. G., & Rangkuti, C. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 1-11.
- [3] I. W. S. I K Agus Setiawan, I N Satya Kumara, "Analisis Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Satu Mwp Terinterkoneksi Jaringan Di Kayubih, Bangli," *Makerere Bus. J.*, vol. 13, no. 1, 2014, doi: 10.33117/000500.