

POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF TENAGA SURYA DI ATAP KAMPUS LOMBOK INSTITUTE OF TECHNOLOGY KABUPATEN LOMBOK TIMUR

Yoga Dwi Hermawan, Muji Juherwin
Institut Teknologi Lombok
Lenek Daya, Kec. Aikmel, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. 83661

*Corresponding Author Email: yogadh.64@gmail.com

ABSTRAK

Tren pertumbuhan PDB dan kebutuhan energi yang meningkat memunculkan tantangan serius bagi Indonesia. Ketergantungan pada minyak bumi dan keterbatasan perkembangan energi alternatif menciptakan risiko terhadap ketahanan energi nasional. Selain itu, dampak lingkungan dari penggunaan energi fosil menjadi semakin signifikan. Artikel ini mengusulkan solusi dengan mengeksplorasi potensi energi terbarukan di Indonesia. Transisi energi menjadi fokus utama Indonesia, terutama dalam kepemimpinan G20. Energi surya, panas bumi, nuklir, dan energi angin menjadi pilihan potensial. Pembangunan pembangkit listrik tenaga air juga terus berkembang. Untuk mengimplementasikan bauran energi terbarukan, panel surya atap menjadi perhatian pemerintah. Studi kasus di Lombok Institute of Technology (LIT) menunjukkan potensi pembangunan PLTS atap. Melalui observasi lapangan dan simulasi dengan PVsyst, ditemukan bahwa dengan 36 modul surya, kebutuhan energi harian LIT dapat terpenuhi. Analisis kebutuhan energi, data meteorologi, dan simulasi PVsyst memberikan informasi yang mendalam. Panel surya di atap kampus Lombok Institute of Technology diharapkan dapat menjadi solusi berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Penelitian ini memberikan pandangan menyeluruh tentang potensi energi terbarukan di Indonesia, dengan fokus pada panel surya atap. Implikasi kebijakan dan praktik terkait energi terbarukan juga dibahas, mendukung pergeseran menuju sumber energi bersih dan berkelanjutan di masa depan..

Keyword: Energi Terbarukan, PLTS atap, PVsyst, Lombok Institute of Technology

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan tren pertumbuhan PDB kebutuhan energi diperkirakan meningkat dari 795 juta setara barrel minyak (SBM) pada tahun 2016 menjadi 4.569 juta SBM pada 2050 (Dasril & Lukman, 2020).

Indonesia, sebagai sebuah negara, tengah menghadapi tantangan dalam sektor energi dengan ketergantungan pada produksi minyak bumi. Sementara itu, perkembangan energi alternatif masih mengalami keterbatasan dalam ekspansinya (Firdaus, 2021).

Kondisi ketergantungan pada energi fosil, yang ketersediaannya semakin menurun, dapat menjadi rentan terhadap gangguan dalam hal ketahanan energi nasional. Selain itu, penggunaan energi fosil tidak bersahabat terhadap lingkungan. Pemanfaatan energi fosil melalui pembakaran dapat menghasilkan gas CO₂, yang berdampak pada peningkatan efek gas rumah kaca. Oleh karena itu, perlunya mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mengoptimalkan pemanfaatan energi terbarukan yang bersahabat lingkungan (Sasongko dkk, 2019).

Tantangan energi yang sedang dihadapi saat ini merupakan kenyataan yang tidak dapat diabaikan, dan upaya mendesak perlu dilakukan untuk mencari solusi yang

efektif dan efisien. Kondisi ini menunjukkan perlunya langkah-langkah konkret dalam mengatasi berbagai permasalahan terkait energi yang sedang dihadapi oleh masyarakat (Mamahit, 2011).

Transisi energi merupakan salah satu fokus utama dalam kepemimpinan G20 oleh Indonesia. Dalam sebuah laporan yang dirilis oleh International Renewable Agency, transisi energi dijelaskan sebagai transformasi dari penggunaan bahan bakar fosil menuju pemanfaatan energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Mardiansyah & Irfan, (2023).

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki banyak sumber energi terbarukan yang sangat berpotensi menunjang transisi energi tersebut, Energi Surya adalah sumber daya alam yang tersedia secara berkelanjutan dan tidak akan pernah habis. Selain itu, energi ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif untuk diubah menjadi energi listrik melalui penggunaan sel surya (Daya, 2021).

Indonesia, khususnya di kawasan vulkanik aktif yang dikenal sebagai "cincin api" menduduki posisi terkemuka dalam produksi energi panas bumi (geothermal) (Sauni dkk 2022).

Nuklir dianggap sebagai opsi energi terbarukan yang lebih ekonomis dibandingkan batu bara. Indonesia, sebagai negara di Asia Tenggara, memiliki cadangan uranium berkualitas tinggi di Kalimantan Barat (Adityo & Rahmiana, 2019).

Energi angin adalah pergerakan udara dari tekanan tinggi ke rendah atau sebaliknya, seperti dari udara dingin ke udara hangat. Ini merupakan sumber energi baru dan terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat (Priyambodo & Agung, 2019).

Pembangunan pembangkit listrik tenaga air di Indonesia terus berkembang karena negara ini memiliki sumber air yang melimpah. Potensi energi listrik yang dapat dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga air mencapai 75 ribu MW, tetapi saat ini hanya 10% dari potensi tersebut yang digunakan untuk menyuplai energi listrik nasional (Aziz dkk, 2021).

Panel surya atap bisa menjadi salah satu fokus utama pemerintah Indonesia dalam upaya implementasi bangunan hemat energi atau bangunan mandiri energi. Hal ini dilakukan dengan tujuan mempercepat pencapaian target bauran energi terbarukan, yang diharapkan dapat mencapai 23% pada tahun 2025 (Ali dkk, 2023). Tidak heran, berbagai penelitian telah menunjukkan progress pengaplikasian PLTS atap untuk bangunan mandiri energi (Putri dkk, 2020; Hasanah, 2021; Gunawan & Sudiarto, 2022).

Lombok Institute of Technology (LIT) yang terletak di Dusun Lilir, Desa Lenek Daya Kecamatan Lenek dengan titik koordinat, (Lat. -8.5535o S, Long. 116.4883o E, alt 464 m) memiliki bangunan yang masih bergabung dengan yayasan as-Syamil. Lokasi tersebut jauh dari jalur utama kelistrikan pulau Lombok, sehingga menyebabkan tegangan listrik di lokasi tersebut tidak stabil. Oleh karena itu muncul gagasan pembangunan PLTS atap di Kampus LIT untuk memenuhi kebutuhan listrik dilokasi tersebut.

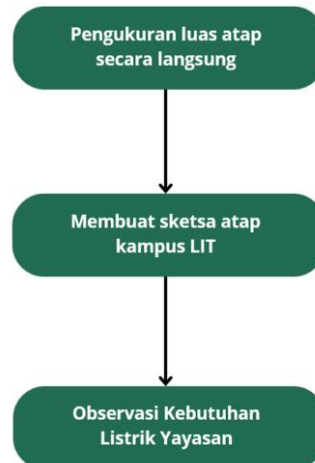
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pembangunan PLTS di atap kampus Lombok Institute of Technology. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk proses pengembangan PLTS atap di kampus LIT.

2. METODE PENELITIAN

Secara umum penelitian ini melalui 2 tahapan besar yaitu observasi lapangan dan simulasi menggunakan aplikasi PVsyst. Detail setiap proses dijabarkan sebagai berikut:

Observasi Lapangan

Observasi Lapangan ditunjukkan dengan diagram alir pada Gambar 1. :



Gambar 1. Diagram alir proses observasi lapangan

Tahap pertama yang dilakukan yaitu mengukur luas atap kampus yang akan dijadikan lokasi peletakan panel surya, setelah didapat hasil pengukuran lalu membuat sketsa atap kampus lengkap dengan skema peletakan panel surya, dan tahap terakhir yaitu melakukan observasi penggunaan listrik pada yayasan as-Syamil.

Simulasi dengan aplikasi PVsyst 7.3

Simulasi ini dilakukan langsung dengan aplikasi PVsyst 7.3 dengan pelaksanaan yang ditunjukkan dengan diagram alir Gambar 2.:



Gambar 2. Diagram alir simulasi dengan PVsyst 7.3

Tahap pertama yang dilakukan dalam pembuatan simulasi ini adalah membuat proyek dan menyimpannya ke dalam sebuah file PVsyst. Langkah kedua adalah menentukan titik koordinat sesuai dengan lokasi gedung LIT yang akan dipasangkan panel surya. Setelah itu, mengunduh data yang meteonorm 8.1 yang dihasilkan setelah menentukan titik koordinat sehingga dapat menentukan orientasi kemiringan modul

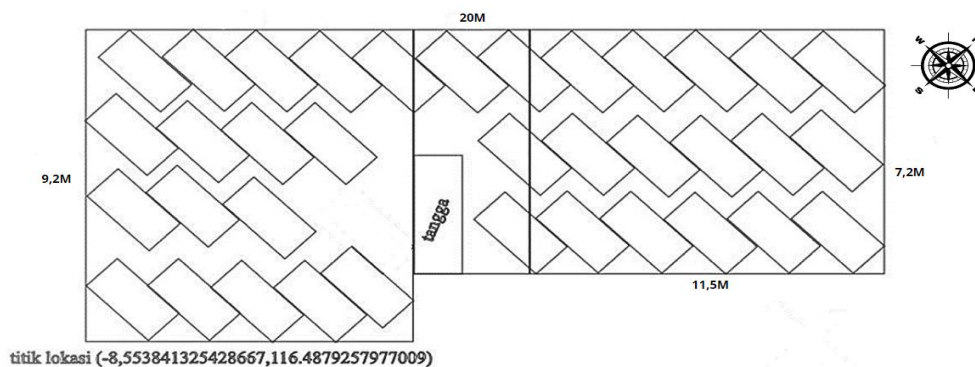
agar mendapatkan serapan energi yang optimal dan menentukan kebutuhan beban listrik yang dibutuhkan untuk lingkungan yayasan. langkah terakhir yang dilakukan adalah menentukan sistem yang akan digunakan seperti tipe dan jumlah modul surya , tipe solar charge control, tipe dan jumlah baterai yang digunakan serta memilih inverter yang sesuai agar kompatibel sehingga dapat langsung disimulasikan dan analisis hasil penyimulasian secara mendalam untuk mengetahui hasil optimal dari rangkaian yang sudah dirancang dengan aplikasi PVsyst tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan observasi lapangan dan simulasi menggunakan aplikasi PVsyst 7.3 didapati hasil dan pembahasan sebagai berikut:

Hasil Pengukuran dan Pembuatan Sketsa Atap Kampus

Dari hasil pengukuran luas atap didapatkan panjang 20m x lebar 9,2m dengan orientasi bangunan menghadap timur laut. Pada bagian timur laut lebar bangunan sedikit lebih pendek yaitu 7,2m. Lebar ini tersebar sepanjang 11,5m. Dari luas bangunan ini dapat dipasang sebanyak 36unit panel surya dengan ukuran 1,12m x 2,24m dengan orientasi menghadap ke azimuth. Sketsa pemasangan dapat dilihat pada Gambar 3.:



Gambar 3. Sketsa gambar dan posisi pemasangan panel surya

Penataan 36 buah modul panel surya dilakukan dengan menghadapkan panel surya ke utara. Hal ini karena letak geografis kampus LIT yang berada di sebelah selatan garis khatulistiwa. Sebagai tambahan, pemasangan harus memperhatikan kemiringan panel surya relatif terhadap garis horizontal. Untuk pemasangan di kampus LIT, kemiringan pemasangan modul panel surya berada pada sekitar 15° relatif terhadap garis horizontal. Hal ini dimaksudkan agar modul menghasilkan listrik dengan optimal karna dalam pembangunan modul, perlu diperhatikan aspek penting, yaitu sudut kemiringan. Pengaturan sudut yang optimal akan menghasilkan daya paling efisien ketika sinar matahari datang secara tegak lurus dengan modul, memastikan luasan modul yang tersinari mencapai kondisi optimal (Setiaji, 2016).

Hasil Observasi Kebutuhan Energi

Dari hasil observasi kebutuhan didapatkan data penggunaan perangkat elektronik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.:

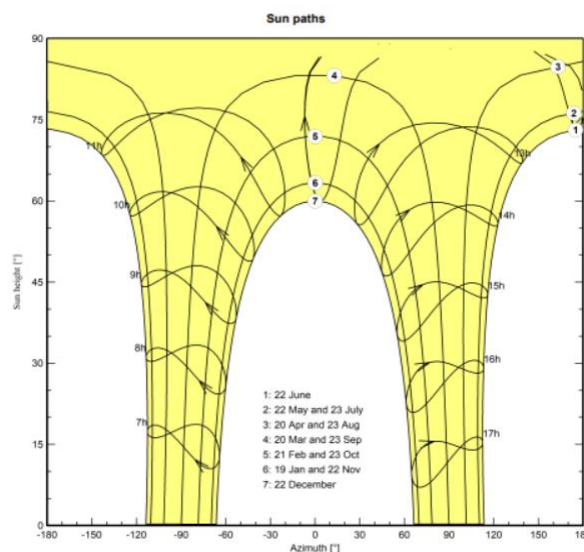
Tabel 1. Data penggunaan perangkat elektronik

	Nb.	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Lamps (LED or fluo)	173	15/lamp	12.0	31140
TV / PC / Mobile	29	250/app	4.0	29000
Fridge / Deep-freeze	6		24	12000
colokan	40	25 tot	24.0	24000
Stand-by consumers			24.0	24
Total daily energy				96164

Tabel 1 tersebut menunjukkan penggunaan listrik di Yayasan AS-SYAMIL, di mana terdapat 174 bohlam 15 Watt yang dinyalakan selama 12 jam dari pukul 18.00 hingga 06.00 WITA. Ini memerlukan total daya sebesar 31.140 Wh/hari. Selain itu, terdapat perangkat televisi dan komputer dengan total daya 250 Watt yang aktif selama empat jam setiap hari, membutuhkan total daya sebesar 29.000 Wh/hari. Selanjutnya, ada enam kulkas yang beroperasi selama 24 jam dengan total daya 12.000 Wh/hari. Terakhir, penggunaan terminal listrik (colokan) yang aktif nonstop selama 24 jam membutuhkan total daya sebesar 24.000 Wh/hari. Oleh karena itu, diketahui bahwa total energi harian yang dibutuhkan oleh Yayasan AS-SYAMIL sangat besar, yaitu sebesar 96.164 Wh/hari.

Data Meteororm 8.1

Berikut adalah data yang di dapatkan dari data meteororm 8.1 yang dapat kita lihat pada gambar Gambar 4.:



Gambar 4. lintasan pergerakan matahari sepanjang tahun.

Sebagai daerah yang berada di sebelah selatan garis khatulistiwa, matahari di Pulau Lombok lebih banyak melalui langit di bagian utara. Oleh karena itu, pemasangan solar panel harus sedikit dimiringkan menghadap ke utara. Dari diagram pergerakan matahari di atas, diketahui bahwa matahari akan berada di sebelah utara dari bulan Maret sampai September (selama 7 bulan). Posisinya kemudian akan kembali tepat di atas horizon selama bulan Oktober sebelum berada di bagian selatan dari bulan November sampai Januari (3 bulan). Setelah bulan Januari, posisi matahari akan kembali bergerak ke arah utara secara perlahan dan mengulangi siklus yang sama.

Tabel 2. Data meteorologi potensi tenaga surya di kampus LIT.

Source *Meteonorm 8.1 (2010-2021), Sat=100%*

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
Horizontal global	5.85	5.94	5.80	6.07	5.62	5.25	5.09	5.28	5.50	5.52	5.42	5.59	5.58	kWh/m ² /day
Horizontal diffuse	2.07	2.69	2.80	2.65	2.59	2.54	2.61	2.34	2.07	2.53	2.26	2.07	2.43	kWh/m ² /day
Extraterrestrial	9.33	9.94	10.38	10.45	10.20	9.97	10.02	10.27	10.35	10.05	9.48	9.11	9.96	kWh/m ² /day
Clearness Index	0.627	0.597	0.559	0.581	0.551	0.527	0.508	0.514	0.531	0.549	0.572	0.614	0.560	ratio
Ambient Temper.	29.9	31.5	31.3	29.2	28.0	26.5	26.2	25.8	25.9	26.7	27.2	29.1	28.1	°C
Wind Velocity	2.3	2.3	2.1	2.1	1.8	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4	1.7	2.1	1.8	m/s

Global Horizontal Irradiance (GHI): GHI adalah ukuran dari total radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi secara horizontal. Ini mencakup sinar matahari langsung (direct solar radiation) dan sinar matahari difus (diffuse solar radiation) yang mencapai lokasi tersebut. GHI adalah parameter penting dalam perhitungan potensi energi matahari di suatu lokasi, terutama dalam konteks pembangkitan listrik tenaga surya. Rata-rata GHI tahunan mencapai 5.58 kWh/m²/hari.

Global Diffuse Irradiance (GDI): GDI adalah komponen radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi secara horizontal dalam bentuk sinar matahari difus. Ini adalah radiasi yang datang dari semua arah di langit selain sinar matahari langsung. GDI berperan dalam perhitungan tentang bagaimana cahaya matahari tersebar di langit. Rata-rata GDI tahunan mencapai 2.43 kWh/m²/hari.

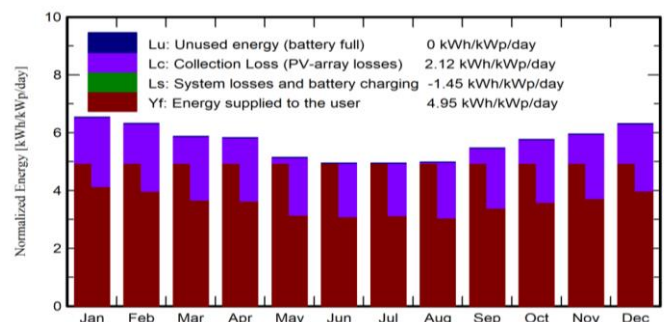
Ambient Temperature (Suhu Udara Sekitar): Suhu udara sekitar adalah suhu udara di sekitar lokasi yang menjadi faktor penting dalam perhitungan efisiensi panel surya. Suhu yang tinggi dapat mengurangi efisiensi panel surya, dan oleh karena itu, pemahaman tentang suhu udara sangat penting dalam merancang dan mengoperasikan sistem surya. Rata-rata Suhu Udara sekitar tahunan mencapai 28.1°C

Clearness Index (Indeks Kecerahan): Clearness index adalah ukuran yang menunjukkan sejauh mana langit bersih dari awan atau partikel lainnya. Semakin tinggi indeks kecerahan, semakin banyak sinar matahari yang mencapai permukaan bumi. Ini penting dalam mengukur tingkat keterbukaan langit terhadap sinar matahari. Rata-rata Indeks Kecerahan tahunan mencapai rasio 0.560.

Wind Velocity (Kecepatan Angin): Kecepatan angin juga dapat mempengaruhi produktivitas panel surya dengan menghilangkan panas yang dihasilkan selama operasi panel surya. Kecepatan angin yang tinggi dapat membantu menjaga panel surya tetap dingin, meningkatkan efisiensi mereka. Rata-rata Kecepatan Angin tahunan mencapai 1.8m/s.

Hasil Produksi Normal Harian (setiap modul surya terpasang)

Setelah melakukan simulasi, Nilai produksi normal (setiap kWp terpasang) dapat kita lihat pada Gambar 5.:



Gambar 5. Grafik produksi normal per kWp terpasang.

Grafik di atas memberikan gambaran yang jelas tentang produksi energi yang normal pada setiap kWp terpasang. Pada grafik tersebut, terlihat variasi produksi energi sepanjang tahun, mulai dari bulan Januari hingga Desember. Produksi energi yang dihasilkan bervariasi. Meskipun demikian, jumlah energi yang disuplai oleh sistem sebesar 4.95 kWp/kWh/hari untuk setiap panel surya terpasang.

Meskipun terjadi fluktuasi, hal ini tidak signifikan dan kebutuhan energi selalu terpenuhi. Hal ini disebabkan oleh penggunaan baterai tipe Li-Ion dengan kapasitas 13V 100Ah, yang terdiri dari 54 unit. Baterai ini diatur dalam rangkaian 9 paralel x 6 seri, menghasilkan daya sebesar 77 V 927 Ah. Dengan konfigurasi ini, baterai mampu menyimpan energi yang cukup untuk mengatasi fluktuasi produksi energi, sehingga kebutuhan energi selalu terpenuhi meskipun ada variasi dalam pasokan energi dari panel surya.

Kondisi baterai tidak pernah mencapai penuh sehingga tidak ada kehilangan energi yang disebabkan oleh produksi berlebih. Ini menunjukkan efisiensi tinggi dalam manajemen energi sistem. Selain itu, energi loss hanya terjadi selama proses pengubahan energi oleh panel surya. Oleh karena itu, meskipun ada fluktuasi dalam produksi energi, sistem ini dirancang dan diatur dengan baik untuk memastikan bahwa energi yang dihasilkan selalu dapat memenuhi kebutuhan energi listrik untuk lingkungan yayasan AS-SYAMIL dan meminimalkan kerugian energi.

Rangkuman sistem dan jumlah perangnya

Gambar 6 di bawah ini merupakan uraian sederhana terkait rangkuman sistem dan jumlah perangnya:

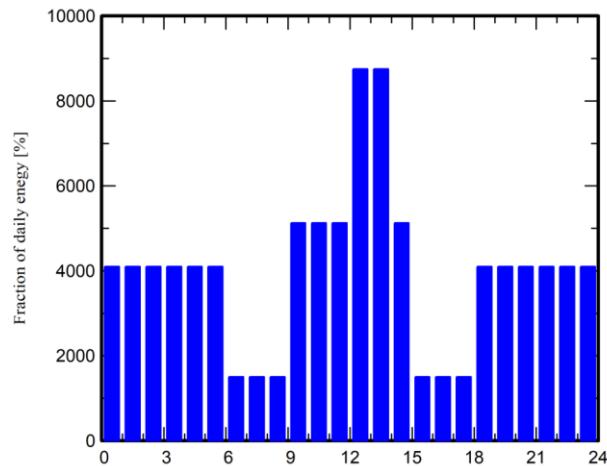


Gambar 6. Rangkuman sistem

Jumlah modul surya yang digunakan yaitu 36 unit modul dengan kapasitas 540 Wp yang dirangkai 3 seri x 12 string di setiap serinya sehingga didapati total keseluruhan rangkaian sejumlah 19.44kWp. selanjutnya terdapat 3 unit SCC MPPT dengan kapasitas 48V 60A pada setiap unit SCC sebagai kontrol untuk pengisian data pada 54 unit baterai Li-ion 13V 100Ah dengan rangkaian 9 rangkaian paralel x 6 rangkaian seri sehingga menghasilkan daya DC sebesar 77 V 927 Ah yang akan dikonversi langsung oleh inverter DC ke AC agar listrik dapat di distribusikan ke lingkungan yayasan.

Performa

Performa penggunaan listrik harian di yayasan AS-SYAMIL dapat kita lihat pada Gambar 7.:

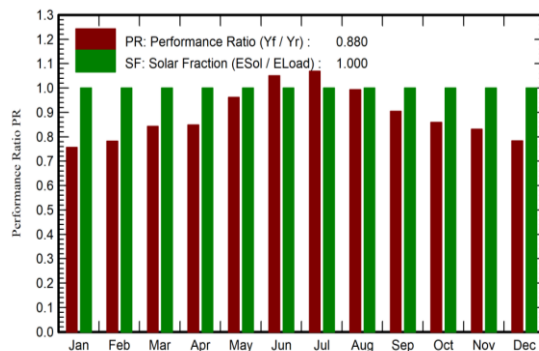


Gambar 7. Performa penggunaan listrik harian yayasan AS-SYAMIL.

Dari grafik pendistribusian tersebut dapat kita lihat bahwa puncak kinerja penggunaan listrik tertinggi berdurasi 6 jam yaitu dari pukul 09.00 - 15.00 wita. Hal ini dikarenakan proses kegiatan belajar mengajar (KMB) sedang berlangsung pada jam tersebut dan perangkat komputer di Yayasan Asy Syamil semuanya dalam kondisi menyala.

Di sisi lain, penggunaan listrik rendah terjadi pada pukul 06.00 - 09.00 dan 15.00 - 17.00 dengan keterangan perangkat yang menyala hanya steker dan kulkas. Hal ini dikarenakan tidak ada kegiatan pada jam tersebut.

Penggunaan listrik pada malam hari dikategorikan sedang yang berlangsung dari pukul 18.00 - 05.00. Penggunaan listrik tergolong moderat karena pada waktu tersebut semua bohlam menyala selama 12 jam diikuti dengan perangkat lainnya yang digunakan 24 jam nonstop.



Gambar 8. Grafik performa kerja PLTS serta rasio produksi dan konsumsi listrik

Performance Ratio (PR) adalah rasio antara energi listrik yang dihasilkan oleh sistem energi surya dengan energi matahari yang diterima oleh panel surya selama periode waktu tertentu. Pada grafik performance ratio terlihat fluktuatif dengan point 0.880. Ini mengindikasikan bahwa sistem energi surya ini bekerja secara optimal dalam konversi energi matahari menjadi listrik dengan efisiensi tinggi. Dengan nilai PR yang tinggi, sistem ini dapat dianggap beroperasi secara optimal dalam memanfaatkan sebagian besar energi matahari yang tersedia. Stabilitas kinerja yang dicapai selama periode pengukuran menunjukkan bahwa desain dan komponen sistem telah dipilih dengan baik. Dengan kata lain, PR yang mencapai angka 0.880 menandakan bahwa

sistem telah dirancang untuk memaksimalkan potensi energi matahari dengan efisien dan nilai PR yang tinggi seperti ini dapat diartikan sebagai kontribusi positif terhadap keberlanjutan energi.

Solar Fraction (Fraksi Matahari) adalah rasio antara energi yang diambil dari sumber energi surya dengan total energi yang dibutuhkan oleh suatu sistem. pada grafik tersebut dapat kita lihat bahwa nilai SF mencapai 1.000, hal ini menandakan sistem ini sepenuhnya mengandalkan energi matahari dan tidak memerlukan bahan bakar fosil atau sumber energi lainnya, sehingga bisa menjadi solusi untuk energi yang bersih dan ramah lingkungan. Nilai SF yang mencapai 1.000 menunjukkan bahwa sistem dapat mengubah energi matahari yang diterimanya menjadi energi listrik sudah sangat baik. sistem ini membantu mengurangi polusi dan dampak negatif lingkungan dari sumber energi fosil serta dapat menjadi solusi yang baik untuk transisi energi dalam memenuhi kebutuhan energi untuk masa mendatang.

4. PENUTUP

Atap Kampus Lombok Institute of Technology memiliki potensi dijadikan sebagai lokasi pembangunan PLTS atap yang dapat memenuhi kebutuhan operasional seluruh unit di bawah Yayasan Asy Syamil.

5. DAFTAR REFERENSI

1. Dasril, A. R., & Lukman, S. (2020). STRATEGI IMPLEMENTASI & OPTIMALISASI MANAJEMEN ENERGI DI PT SEMEN PADANG SEBAGAI UPAYA KEUNGGULAN BERSAING DI INDUSTRI PERSEMENAN NASIONAL. *Menara Ilmu*, 14(2).
2. Sasongko, N. A., Octavian, A., Marsetio, R. L., Hilmawan, A., & Royana, I. (2019). Pemanfaatan Teknologi Energi Surya Dalam Memenuhi Kebutuhan Air Bersih di Markas TNI Perbatasan Maritim: Studi di Pos TNI AL, Labuan Bajo, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pertahanan & Bela Negara*, 9(1), 45-70.
3. Mardiansyah, M., & Irfan, I. (2023). PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 100 KW PADA GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNISKA MAB BANJARMASIN DENGAN SISTEM ON-GRID. *EEICT (Electric, Electronic, Instrumentation, Control, Telecommunication)*, 6(1).
4. Daya, P. S. (2021). ANALISIS OUTPUT DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN KAPASITAS 10WP, 20WP, DAN 30WP. *Jurnal Crankshaft*, 4(2).
5. Sauni, H., Fernando, Z. J., & Candra, S. (2022). ENERGI GEOTHERMAL DALAM ATURAN, MASALAH LINGKUNGAN HIDUP DAN SOLUSI PENYELESAIAN KONFLIK DI MASYARAKAT (GEOTHERMAL ENERGY IN RULES, ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND COMMUNITY CONFLICT SOLUTIONS). *Jurnal Rechts Vinding: Media Pembinaan Hukum Nasional*, 11(3).
6. Adityo, D. S., & Rahmiana, A. (2019). Potency Indonesia's power with nuclear power plants. *Prosiding Seminar Nasional Infrastruktur Energi Nuklir 2019*.
7. Priyambodo, A. D., & Agung, A. I. (2019). Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Generator DC Di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(2).
8. Azis, F., Mustafa, S., Munsyir, A. M. I., Mahdura, M., & Lutfi, S. (2021). Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro Menggunakan Turbin Impuls. *Joule (Journal of Electrical Engineering)*, 2(1), 65-71.
9. Firdaus, H. (2021). Analisis Kualitas Dan Tekno Ekonomi Briket Dari Serbuk Kayu Jati (*Tectona Grandis L.*) Dengan Perekat Daun Bunga Sepatu (*Hibiscus Rosa-Sinesis L.*) Sebagai Sumber Energi Alternatif (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Jember).
10. Mamahit, C. E. (2011). PENGEMBANGAN KONVERSI ENERGI PANAS LAUT DEVELOPMENT OF OCEAN THERMAL ENERGY CONVERSION.
11. Ali, M., Ludiana, L., & Ramdani, Y. (2023). Optimasi Sudut Pemasangan Panel Surya Bifasial di Indonesia dengan Metode Simulasi PVSyst. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 6(1), 1-7.
12. Putri, R., Meliala, S., & Zuraida, Z. (2020). Penerapan Instalasi Panel Surya Off Grid Menuju Energi Mandiri Di Yayasan Pendidikan Islam Dayah Miftahul Jannah. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 5(3), 117-120.
13. Hasanah, A. W. (2021). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 6, 4 Kwp Untuk 1 Unit Rumah Tinggal. *Energi & Kelistrikan*, 13(1), 20-25.
14. Gunawan, H., & Sudiarto, B. (2022). Simulasi Perbandingan Perubahan Tilt Terhadap Energi Array pada 34 Unit PLTS Rooftop 100 Kwp di Indonesia. *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(1), 46-55.
15. Setiaji, G. (2016). Perancangan Pengolahan Air Minum Tenaga Surya Kapasitas 50 M3/HARI (Dengan Menggunakan Proses Biofiltrasi Dan Ultrafiltrasi). *Jurnal Air Indonesia*, 9(1).