

Optimalisasi PLTS Untuk Operasional Kolam Renang di Desa Singapadu Kaler Kabupaten Gianyar

Wayan Hesadijaya Utthavi¹, Made Ardikosa Satrya Wibawa^{2*},
Ni Wayan Dewinta Ayuni³

¹⁻³ Politeknik Negeri Bali

* ardikosa_satrya@pnb.ac.id

Abstrak

Desa Singapadu Kaler Kecamatan Sukawati merupakan salah satu wilayah di kabupaten Gianyar. Karakteristik wilayah ini merupakan kesenian budaya yang melekat dan tersebar di masing-masing yang meliputi Kecamatan Sukawati. Konsumsi listrik yang diperlukan akomodasi pariwisata di desa wisata cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena konsumsi dari terutama sistem pengkondisian udara (AC). Permasalahan yang akan diteliti adalah bagaimana meningkatkan efisiensi dan optimasi aplikasi tenaga surya untuk kebutuhan energi akomodasi pariwisata dan bagaimana prosedur penghematan energi yang dilakukan dalam operasional penggunaan peralatan listrik pada akomodasi pariwisata. Energi pada akomodasi pariwisata merupakan salah satu biaya operasional utama di bawah upah tenaga kerja disamping itu juga belum dikembangkan branding bangunan hijau “green building” untuk tamu asing. Lebih lanjut, Politeknik Negeri Bali sebagai institusi terdepan dalam mengembangkan konsep green tourism harus mempunyai karakter yang kuat sebagai pengembangan konsep green building. Untuk menunjukkan karakter yang kuat tersebut adalah dengan dikembangkannya penggunaan energi baru dan terbarukan untuk suplai energi pada gedung. Salah satu energi yang sangat eligible untuk diterapkan adalah energi surya dengan sistem Building Intergrated Photovoltaic. Strategi pengembangan lainnya adalah konservasi energi gedung yang relevan dan juga pengembangan energy alternative lainnya yang berkelanjutan. Dengan demikian kajian mendetail dan berkelanjutan dengan data-data yang akurat dan perhitungan yang mendetail untuk standar green building sangat diperlukan untuk nantinya dapat langsung diterapkan untuk wilayah desa wisata di kabupaten Gianyar Provinsi Bali dalam mendukung pengembangan green tourism, dengan demikian penelitian ini jelas mendukung kebijakan pemerintah daerah baik propinsi maupun kabupaten serta mendukung unggulan penelitian Politeknik Negeri Bali di bidang green tourism.

Kata Kunci: PLTS, green tourism, Photovoltaic

Pendahuluan

Desa Singapadu Kaler terletak di Kecamatan Sukawati, Kabupaten Gianyar, Bali. Desa ini dikenal dengan suasana pedesaan yang tenang dan alami, serta budayanya yang kaya. Masyarakat di Singapadu Kaler sebagian besar berprofesi sebagai petani dan pengrajin, yang menjaga tradisi dan kebudayaan Bali yang khas terutama pada kesenian ukir pada batu padas dan kayu. Topografi Singapadu Kaler didominasi oleh lahan pertanian yang subur, dengan sawah-sawah terhampar luas yang dikelilingi oleh pepohonan rindang.

Tanah di desa ini sebagian besar merupakan tanah vulkanik yang kaya akan mineral, membuatnya sangat cocok untuk pertanian. Wilayahnya relatif datar, tetapi di beberapa bagian terdapat sedikit perbukitan yang memberikan pemandangan indah. Sungai kecil juga mengalir di sekitar desa, yang berfungsi sebagai sumber irigasi bagi lahan pertanian. Dengan latar belakang desa yang masih kental dengan seni dan budaya dan didukung dengan panorama alam, sehingga Desa Singapadu Kaler berkembang menjadi desa ekowisata hal tersebut dibuktikan dengan sudah banyaknya tersedia bangunan villa sebagai pendukung akomodasi desa ekowisata.

Dengan tersedianya sarana dan prasarana desa ekowisata, Konsumsi listrik yang diperlukan akomodasi pariwisata di desa wisata cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena konsumsi listrik dari terutama sistem pengkondisian udara (AC) dan sirkulasi pompa kolam renang. Permasalahan pada kegiatan ini adalah bagaimana meningkatkan efisiensi dan optimasi aplikasi tenaga surya untuk kebutuhan energi akomodasi pariwisata dan bagaimana prosedur penghematan energi yang dilakukan dalam operasional penggunaan peralatan listrik pada akomodasi pariwisata. Energi pada akomodasi pariwisata merupakan salah satu biaya operasional utama di bawah upah tenaga kerja disamping itu juga belum dikembangkan branding bangunan hijau "green building" untuk tamu asing (Asiva Noor Rachmayani, 2015). Lebih lanjut, Politeknik Negeri Bali sebagai institusi terdepan dalam mengembangkan konsep green tourism harus mempunyai karakter yang kuat sebagai pengembangan konsep green building. Untuk menunjukkan karakter yang kuat tersebut adalah dengan dikembangkannya penggunaan energi baru dan terbarukan untuk suplai energi pada gedung. Salah satu energi yang sangat eligible untuk diterapkan adalah energi surya dengan sistem Building Intergrated Photovoltaic (Afif Faisal & Martin Awaludin, 2022).

Metode Pelaksanaan

Kegiatan ini bekerjasama dengan mitra dan akan dilaksanakan pada Villa De Lod Ubud yang terletak di Desa Singapadu Kaler, Kecamatan Sukawati, Kabupaten Gianyar yang sebelumnya telah di pasang PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) yang terpasang sebagai daya cadangan saat PLN mengalami trouble (mati). Saat ini kondisi operasional PLTS ini hanya memback-up pompa sirkulasi kolam renang saja, akibat tidak seimbangnya konsumsi daya dari pompa ke daya penyimpanan baterai menyebabkan PLTS kurang optimal yang menyebabkan durasi hidup pompa hanya sebentar tidak lebih dari 30 menit. Sebelumnya sudah dilakukan pengukuran ke lapangan, dari hasil pengukuran lapangan di dapat penurunan voltase sebesar 112 - 202 volt yang seharusnya 220 volt, dan kurangnya daya tampung pada baterai menyebabkan durasi operasional pompa menjadi singkat. Dari permasalahan dan kendala tersebut dikeluhkan oleh pihak mitra pengelola Villa, apalagi PLTS ini akan digunakan saling bergantian nantinya dengan daya PLN guna mewujudkan green building dan zero energy buildings yang ramah lingkungan (*green tourism*) (Bella et al., 2024).

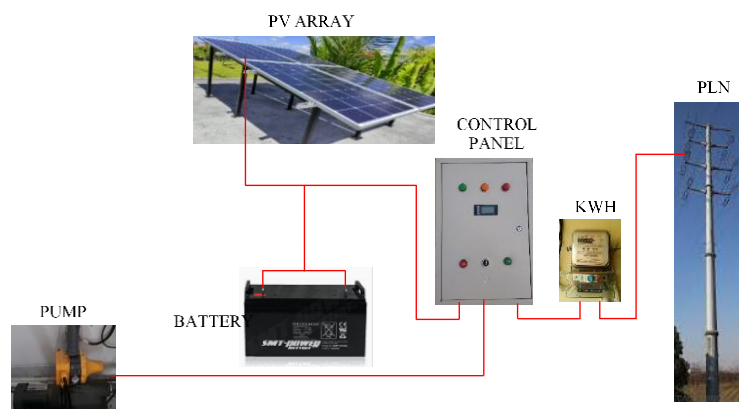


Gambar 1. Eksisting Pemasangan PLTS di Villa De Lod Ubud



Gambar 2. Hasil Pengukuran Voltage PLTS yang mengalami drop Saat uji beban

Melihat pada analisis situasi dilapangan tersebut maka ada saran solusi yang dapat diberikan yaitu dengan optimalisasi penambahan panel surya dan baterai guna untuk meningkatkan daya dari PLTS itu sendiri.



Gambar 3. Desain sumber energi listrik hybrid di Villa De Lod Ubud

Dari Gambar 3 ditunjukkan hasil observasi utilitas villa sebagai objek, didapatkan kebutuhan energi dari masing-masing utilitas utama untuk menunjang pelayanan tamu di villa. Proporsi energi dari utilitas vila adalah energi yang dominan dikonsumsi oleh Air

Conditioning (AC) (35%), diikuti oleh pompa sirkulasi kolam renang dan pompa untuk penyediaan air bersih masing-masing 17,5% dan 10%. Dari hasil suplai energi surya dirancang pada tegangan 12 V, dan hasilnya sedikit berbeda karena variasi pencatatan alat dan alat ukur. Sedangkan arus yang dihasilkan bervariasi sesuai dengan intensitas sinar matahari harian. Maka untuk menyesuaikan kondisi tersebut dipilih pompa sirkulasi kolam renang, dimana beban ini merupakan kebutuhan energi yang dominan setelah AC, sehingga memberikan kontribusi yang signifikan terhadap implementasi “Nearly Zero Energy Building (NZEB)” pada akomodasi pariwisata di Bali.

Metode pengabdian untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi dalam mengimplementasikan solusi yang ditawarkan kepada masyarakat, dilakukan metode yang sistematis dan terukur yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. *Focus Group Discussion (FGD)*

Metode FGD adalah salah satu metode pelaksanaan program pengabdian masyarakat yang dilaksanakan dengan cara diskusi antara tim pelaksana dengan mitra sehingga terjalin komunikasi yang baik untuk kepentingan bersama (Afiyanti, 2008). Diskusi ini akan dilakukan terutama dalam proses untuk penyiapan rumah produksi agar lebih representatif. Diskusi juga dilakukan dalam menyelesaikan setiap permasalahan yang ada sehingga dapat memberikan solusi yang tepat bagi mitra.

2. *Participatory Research Action (PRA)*

Metode PRA mengacu kepada proses pelaksanaan program yang melibatkan partisipasi keseluruhan komponen yakni yang terlibat adalah semua tim dari pihak pengusul termasuk para dosen dan mahasiswa serta akan melibatkan dari komponen mitra itu sendiri (Kemendikbud, 2023). Metode PRA diharapkan dapat menghasilkan pelaporan pelaksanaan secara ilmiah dari seluruh pelaksanaan program dan dapat memberikan informasi melalui publikasi di media cetak tentang adanya penerapan kontribusi yang signifikan terhadap implementasi “Nearly Zero Energy Building (NZEB)” pada akomodasi pariwisata di khususnya di Desa Singapadu Kaler Kabupaten Gianyar.

3. *Metode Pendampingan*

Proses pelaksanaan program dilaksanakan secara terjadwal dengan cara memberikan pendampingan sesuai dengan permasalahan yang dihadapi oleh mitra dan disesuaikan dengan solusi yang ditawarkan. Tim melakukan pembimbingan dengan cara pendampingan kepada mitra sesuai dengan jadwal yang disepakati.

4. *Keberlanjutan Program*

Melalui program ini mitra dapat berkembang secara mandiri untuk melakukan proses operasional PLTS guna menerapkan efisiensi energi. Teknologi yang sederhana dan mudah dipahami serta dimanfaatkan oleh mitra menjadi poin utama yang menjadi perhatian agar alat yang diberikan tidak menjadi mubazir. Pengembangan atau optimalisasi untuk lebih meningkatkan nilai efisien (green building) akan dilakukan oleh tim pengusul.

Dengan dilaksanakan kegiatan ini diharapkan mampu memberikan kontribusi yang signifikan terhadap implementasi “Nearly Zero Energy Building (NZEB)” pada akomodasi

pariwisata di khususnya di Kawasan Kabupaten Gianyar. Harapannya ini akan menjadi pilot project sentra terutama Villa yang mengacu pada green building dan ramah lingkungan sehingga akan menjadi daya tarik tersendiri untuk wisatawan domestik maupun wisatawan luar negeri.

Hasil dan Pembahasan

Hasil observasi yang telah dilakukan pada bangunan Villa di lokasi kegiatan, diperoleh beberapa data diantaranya adalah jenis beban, besaran daya, lama waktu operasional beban dan jumlah energi listrik yang dibutuhkan seperti ditampilkan pada Tabel 1 (beban disimulasikan dengan jumlah per-unit).

Tabel 1. Data beban eksisting pada bangunan, sarana dan prasarana villa

Jenis Beban	Daya/Unit (Watt)	Waktu Operasional (Jam)	Energi (Wh)
Lampu Led 15 Watt	15	12	180
Air Conditioner 3/4 PK 600 Watt	600	10	6.000
Pompa Air Sumur	125	4	500
Pompa Sirkulasi Kolam Renang	352	24	8.448
Chemical Kolam Renang	100	6	600
Dispenser	180	5	900
Total Energi (TE)			16.628

Nilai Total Energi (TE) yang ditampilkan pada Tabel 1 adalah konsumsi energi listrik harian sebesar 16.628 Wh/hari atau setara 16,628 kWh/hari. Penerapan PLTS ini juga memperhitungkan factor losses, Factor losses sendiri bisa diakibatkan oleh berbagai factor seperti hambatan pada sistem instalasi kabel yang panjang, pemasangan konektor/sambungan yang kurang sempurna sehingga menyebabkan kehilangan tegangan dan tingkat radiasi matahari pada panel surya itu sendiri sehingga dapat mengurangi efisiensi (Pandria & Prasanti, 2021). sehingga perlu penambahan atau factor koreksi (keamanan) dari nilai daya sebesar 20% dari data observasi beban ($16.628 \times 20\% = 19.953,6$). Berdasarkan data eksisting yang ditampilkan pada Tabel 2, diketahui beban yang paling besar adalah pada pompa sirkulasi kolam renang sebesar 8.448 Wh, dengan adanya optimalisasi penambahan panel surya dan baterai (accu) sebagai penyimpanan daya yang awalnya terdapat 4 panel surya dan 1 baterai menjadi 6 panel surya dan 2 baterai. Kapasitas daya panel surya adalah 160 Wp dan daya baterai adalah 12 volt / 100 Ah dengan jumlah 2 Unit.



Gambar 4. Proses Pemasangan Panel Surya dan Pengukuran Tegangan Keluaran saat Peak Sun Hours (PSH)

Hasil pengukuran langsung dilokasi kegiatan diketahui bahwa nilai rata-rata tegangan pada saat PSH di lokasi yang dihasilkan panel surya adalah sebesar 21 Volt, atau mendekati nilai tegangan maksimum panel surya pada kondisi Open Circuit Voltage (VOC) sebesar 22,6 Volt. Panel surya yang digunakan adalah jenis polycrystalline dengan kapasitas 160 Wp. Pada kondisi eksisting di lokasi panel surya sudah terpasang atau terkoneksi dengan sistem SCC dengan daya 150 Ampere. Sistem SCC pada Panel ini telah dilengkapi juga dengan sistem ATS (Auto Transfer Switch) sebagai sistem yang mengatur pergantian penggunaan input aliran listrik PLN dengan PLTS (Salsabila & Haryudo, 2023). Nilai kapasitas baterai menggunakan nilai 100 Ah yang diperoleh dari tegangan 12V- 100 Ah dengan menggunakan 2 unit baterai. Kapasitas eksisting inverter sudah sesuai pada kapasitas baterai sebanyak 2 unit sebesar 200 A, dan jika di konversikan ke dalam Watt menjadi 2.4 kW. Dengan penggunaan daya baterai hanya fokus di operasional kolam renang berarti dengan operasi pompa selama 24 jam adalah 8.448 Wh maka bila dihitung dengan kapasitas daya baterai secara perhitungan baterai akan mampu membackup operasional pompa kolam renang dengan durasi kurang lebih 3,5 jam. Durasi ini lebih lama bila dibandingkan dengan penggunaan sebelum adanya optimalisasi yang hanya mampu membackup operasional hanya kurang lebih 45 menit. Dengan meningkatnya durasi dari penggunaan operasional sirkulasi kolam renang dengan menggunakan panel Surya (PLTS) dan baterai maka diharapkan bisa menekan biaya dan konsumsi dari pemakaian listrik dari PLN. Selain itu optimalisasi PLTS ini juga dapat digunakan untuk membackup operasional pompa kolam renang saat suplai daya dari PLN mati. Optimalisasi ini diharapkan mampu mengurangi beban biaya konsumsi pemakaian energi listrik dari PLN, bila dihitung dengan pemakaian penggunaan PLTS terhadap operasional sirkulasi kolam renang digunakan pada saat sore atau malam hari disaat kondisi baterai dalam kondisi penuh maka dapat dijelaskan pada tabel biaya operasional sebelum dan setelah penggunaan PLTS.

Tabel 2. Biaya operasional sebelum dan setelah penggunaan PLTS

	Daya/Unit (Watt)	Waktu Operasional (Jam)	Energi (Wh)
Sebelum Penggunaan PLTS	352	24	8.448
Setelah Penggunaan PLTS	352	21	7.392

Tarif Dasar Listrik yang digunakan untuk menentukan perhitungan besaran biaya konsumsi yang telah ditetapkan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) adalah Rp. 1.699.53,- per kWh (PLN, 2021), sehingga besarnya perhitungan biaya konsumsi daya yang harus dibayar setelah dan sebelum menggunakan PLTS, dapat dihitung seperti berikut ini:

A. Perhitungan biaya konsumsi sebelum menggunakan PLTS

- Biaya per jam = $1 \times 0,352 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.699.53 = \text{Rp. } 598,234,-$
- Biaya per hari = $1 \times 0,352 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.699.53 \times 24 = \text{Rp. } 14.357,62,-$
- Biaya per bulan = $1 \times 0,352 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.699.53 \times 24 \times 30 = \text{Rp. } 430.728,88,-$

B. Perhitungan biaya konsumsi setelah menggunakan PLTS

- Biaya per jam = $1 \times 0,352 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.699.53 = \text{Rp. } 598,234,-$
- Biaya per hari = $1 \times 0,352 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.699.53 \times 21 = \text{Rp. } 12.562,92,-$
- Biaya per bulan = $1 \times 0,352 \text{ kW} \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.699.53 \times 21 \times 30 = \text{Rp. } 376.887,77,-$

Dari hasil perhitungan diatas terdapat selisih Rp. 53.841,11,- untuk biaya penghematan biaya konsumsi energi listrik setiap bulannya bila dihitung untuk operasional sirkulasi pompa kolam renang saja, selisih ini tergolong masih kecil tapi setidaknya masih dapat mengurangi beban biaya konsumsi energi listrik. Hal ini disebabkan perlunya optimalisasi kembali sehingga penggunaan PLTS nantinya bisa membackup operasional keseluruhan terutama pada saat malam hari, selain itu juga akan meningkatnya biaya investasi dari penambahan Panel surya dan Baterai pada umumnya.

Kesimpulan

Pengabdian kepada Masyarakat sudah sesuai dan tepat sasaran hal ini terbukti setelah pelaksanaan instalasi, evaluasi melalui uji coba dan pengambilan data, pemilik villa merasa sangat terbantu dan ingin berkontribusi terhadap implementasi “Nearly Zero Energy Building (NZEB)” pada akomodasi pariwisata di khususnya di Kawasan Kabupaten Gianyar serta juga menerapkan pilot project sentra terutama Villa yang mengacu pada green building dan ramah lingkungan sehingga akan menjadi daya tarik tersendiri untuk wisatawan domestik maupun wisatawan luar negeri. Kegiatan ini melibatkan Dosen, mahasiswa, dan pemilik villa (mitra) sehingga ini merupakan salah satu perwujudan Tri Darma Perguruan tinggi dalam bidang Pengabdian kepada Masyarakat. Selain untuk Masyarakat kegiatan ini juga dapat memberikan manfaat bagi proses pengajaran khususnya penerapan dan penggunaan langsung energi baru terbarukan yang ramah lingkungan.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kami ucapkan kepada segenap tim inti yang sudah memberikan sumbangsih berupa pemikiran, waktu dan tenaga yang sangat luar biasa dalam pelaksanaan pengabdian, mulai dari perencanaan, survey, wawancara, realisasi, evaluasi dan juga pembuatan laporan sampai kegiatan ini berhasil dan dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih kami ucapkan kepada Direktur Politeknik Negeri Bali melalui Kepala P3M yang telah memberikan dana DIPA Pengabdian dan yang terakhir tidak lupa kami juga ucapkan terimakasih kepada pemilik villa De Iod Ubud yang sangat membantu dalam pelaksanaan pengabdian.

Referensi

- Afif Faisal, & Martin Awaludin. (2022). Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 6(1), 43–52.
https://www.researchgate.net/publication/362433776_Tinjauan_Potensi_dan_Kebijakan_Energi_Surya_di_Indonesia
- Afiyanti, Y. (2008). Focus Group Discussion (Diskusi Kelompok Terfokus) sebagai Metode Pengumpulan Data Penelitian Kualitatif. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 12(1), 58–62. <https://doi.org/10.7454/jki.v12i1.201>
- Asiva Noor Rachmayani. (2015). *Smart Goverment*. 6.
- Bella, S., Mangindaan, G., & Rumbayan, M. (2024). Implementation of Solar Power Plant to Develop Green Building in Buildings. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 1–8.
- Kemendikbud. (2023). Panduan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat 2023. *Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Jalan Jenderal Sudirman Pintu 1 Senayan Jakarta Pusat*. 10270, 25.
- Pandria, T. M. A., & Prasanti, N. (2021). Penerapan Panel Surya sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4), 2320–2329. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i4.3477>
- PLN. (2021). *Penetapan Penyesuaian Tarif Listrik*.
- Salsabila, N., & Haryudo, S. I. (2023). Sistem Kontrol dan Monitoring Automatic Transfer Switch (ATS) Model Hybrid Berbasis Internet of Things. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 5(2), 119–131.
<https://doi.org/10.20895/jtece.v5i2.1119>