



Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga

Hendi Bagja Nurjaman¹, Trisna Purnama²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana

hendibagja89@gmail.com*

*corresponding author

ABSTRACT	Article Info
<p><i>Along with the increasing of electrical energy consumption in Indonesia, the production of electrical energy ought to fulfill its needs. One of the solutions is to utilize renewable and clean energy resources such as using solar power plant as a power source. However, Indonesian people who are used to get services electrical energy from PT PLN (Persero) are not easy to change their power source into solar power plant as their main power source. One of the problems is most of Indonesian people have not understood yet the differences and benefits between solar power plant and PLN electrical energy. Therefore, there must be an educational activity to explain the advantages and disadvantages between solar power plant and PLN electrical energy. It includes technical factors and economic factors. Technical factors mean system of PLTS, generated current (Ampere), generated voltage (Volt), and generated power (kWh) / Watt peak (WP). Whereas, economic factors conceive investment cost, and money saving.</i></p>	<p>Article history <i>Received:</i> May 29th, 2022 <i>Revised:</i> September 25th, 2022 <i>Accepted:</i> November 30th, 2022</p> <p>Keywords: <i>Solar power plant, Renewable energy, Reliability,</i></p>
ABSTRAK	
<p>Seiring dengan meningkatnya kebutuhan terhadap pemakaian energi listrik di Indonesia, produksi energi listrik di Indonesia seharusnya mampu mengimbangi kebutuhan tersebut. Salah satu solusinya yaitu dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Namun, masyarakat Indonesia yang sudah terbiasa menikmati pelayanan pasokan listrik dari PT PLN (Persero) tidak semudah itu untuk beralih ke pemakaian Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Salah satu kendalanya yaitu sebagian masyarakat Indonesia belum memahami perbedaan dan manfaat antara pasokan energi listrik PLTS dan pasokan energi listrik PLN saat ini. Oleh karena itu, diperlukan edukasi untuk memberikan pengetahuan mendasar tentang perbandingan keuntungan dan kerugian pasokan energi listrik dari PLTS dengan pasokan energi listrik dari PLN. Adapun yang menjadi fokus utama pembahasan yaitu dari sisi keandalan energi listrik yang dihasilkan. Keandalan tersebut mencakup faktor teknis dan faktor ekonomis. Adapun faktor teknis yaitu sistem PLTS yang digunakan, arus yang dihasilkan, tegangan yang dihasilkan, dan daya yang dihasilkan. Sedangkan, faktor ekonomis mencakup biaya investasi, penghematan yang didapat.</p>	

PENDAHULUAN

Dalam dekade terakhir, energi listrik menjadi perhatian penting di semua negara. Kehidupan manusia dan gaya hidup di zaman modern memiliki hubungan yang sangat erat dengan ketersediaan energi dan kualitasnya. Di Indonesia, berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia, menyatakan bahwa konsumsi listrik per kapita nasional pada tahun 2019 mengalami peningkatan sebesar 2,26 % dari tahun sebelumnya dengan kenaikan mencapai 1.084 kWh per kapita. Sedangkan, pada tahun 2020 mengalami peningkatan sebesar 1.089 kWh per kapita dan pada kuartal III tahun 2021 mengalami peningkatan sebesar 1.109 kWh per kapita. Nilai ini setara dengan 92,22 % dari target yang ditetapkan pada tahun 2021 yakni sebesar 1.203 kWh per kapita (Vika Azkiya Dihni, 2021).

Di sisi lain, ketersediaan tenaga listrik di Indonesia masih tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Pencapaian tingkat elektrifikasi di Indonesia baru mencapai 71,2 % dan di bawah beberapa negara ASEAN seperti di Singapura dan Malaysia yang mencapai persentase di 100% dan 85%. Dengan kata lain, masih ada sekitar 28,8% masyarakat Indonesia yang belum teraliri listrik (Adam, 2016).

Dengan adanya permasalahan krisis energi sebagaimana dijelaskan di atas, penggunaan energi terbarukan menjadi solusi yang sangat tepat. Energi terbarukan sendiri yaitu energi yang dapat dengan cepat dipulihkan kembali secara alami dan prosesnya berkelanjutan. Salah satunya yaitu energi matahari melalui perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Huda, 2018).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. *Photovoltaic* sendiri merupakan fenomena fisika yang terjadi pada permukaan sel surya (*solar cell*) ketika menerima cahaya matahari. Selanjutnya, cahaya

yang diterima diubah menjadi energi listrik. Hal ini disebabkan karena adanya energi foton cahaya yang membebaskan elektron – elektron sehingga mengalir dalam sambungan semikonduktor tipe n dan p yang pada akhirnya menimbulkan arus listrik.

Sistem energi listrik yang menggunakan PLTS ini menjadi sumber energi yang ramah lingkungan. Selain itu, sistem PLTS ini sangat diminati karena sinar matahari mudah didapatkan di Indonesia yang merupakan negara tropis di mana matahari menyinari wilayah Indonesia hampir sepanjang tahun.

Penggunaan PLTS sebagai salah satu sumber energi ini sejalan dengan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) tahun 2021 – 2030 di mana rencana pemerintah untuk mendorong kecukupan tenaga listrik dengan program 35 GW serta kebijakan pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT). Selanjutnya, jenis PLTS yang saat ini berkembang yaitu PLTS di atap bangunan atau biasa disebut PLTS *Rooftop*. Untuk pemanfaatan PLTS *Rooftop* ini diatur melalui Peraturan Menteri ESDM No. 49 Tahun 2019 sebagaimana telah diubah melalui Peraturan Menteri ESDM No.13 Tahun 2019. Dengan adanya peraturan tersebut, implementasi PLTS *Rooftop* mampu mendukung pencapaian target pemanfaatan EBT sekitar 23 % pada tahun 2025. Sebagaimana dipaparkan pada BPPPEN (Blue Print Pengelolaan Energi Nasional), yaitu ditargetkan sebesar 400 MW pada tahun 2024 (Ketut Sugirianta et al., 2016). Sedangkan, berdasarkan situs web milik Kementerian ESDM menyatakan bahwa PLTS atap dapat beroperasi dengan kurun waktu 20 – 30 tahun tergantung pada jenis modul surya yang dipakai dan pada masa tersebut hanya membutuhkan penggantian inverter sebanyak 1 kali.

METODE

Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu metode studi literatur, observasi, dan konsultasi. Pada metode studi literatur dan observasi, penulis mengambil dan mengumpulkan data–data yang dapat digunakan

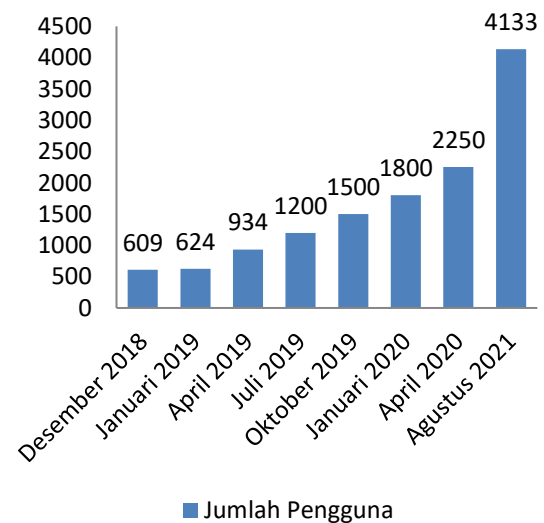
sebagai rujukan dari jurnal-jurnal teknik elektro khususnya di bidang energi terbarukan (*renewable energy*) sebagai referensi. Sedangkan, dengan metode konsultasi, penulis melakukan aktivitas konsultasi dan bimbingan dengan dosen pembimbing yang kompeten di bidangnya secara intensif.

Pada metode analisis data, penulis menggunakan metode analisis kualitatif dimana penulis menganalisis *strength, weakness, opportunities, threats* (SWOT) dari penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Terbarukan Rumah Tangga.

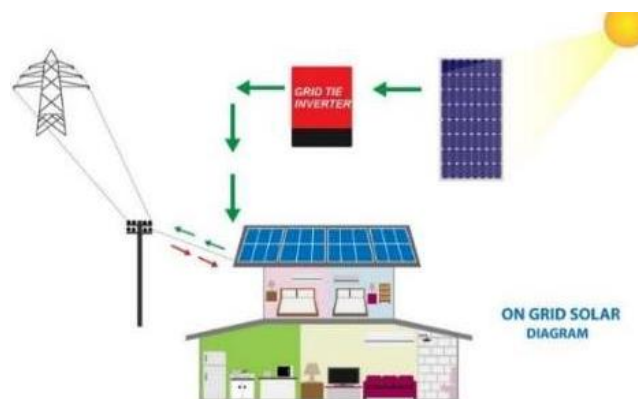
Berdasarkan PP No 14 tahun 2012, yang membahas tentang Kapasitas Pembangkit Tenaga Listrik Untuk Kepentingan Sendiri Yang Dilaksanakan Berdasarkan Izin Operasi, menyatakan bahwa penggunaan EBT merupakan salah satu poin penting dalam hal pengelolaan penyediaan tenaga listrik dengan kategori keberlanjutan. Adapun izin usaha yang mendasari penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan sendiri, dalam hal ini PLTS, diterbitkan oleh Mentri/Gubernur pada Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Kepentingan Sendiri (IUPTLS) dan tercantum dalam UU No. 11 tahun 2020 dan Peraturan Pemerintah No. 5 tahun 2021.

Data yang didapat dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral mengenai

pengguna PLTS pada bulan Agustus tahun 2021 mencapai 4.133 pengguna. Sedangkan, jika data tersebut ditarik dari tahun 2018 hingga tahun 2021, sebagaimana yang diutarakan oleh Direktur Energi Baru, Terbarukan, Dan Konservasi Energi (EBTKE) Kementerian ESDM, Dadan Kusdiana, mengatakan bahwa dengan potensi 32 GW, maka PLTS atap atau PLTS *rooftop* sangat menjanjikan untuk dikembangkan. Hal ini terlihat dari pertumbuhan pengguna sebagaimana Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Pertumbuhan Pengguna PLTS per triwulan.



Gambar 1. Ilustrasi Sistem Panel Surya (Eda et al., n.d.)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada dasarnya, sistem PLTS dibagi menjadi dua klasifikasi sistem. Yang pertama

yaitu PLTS dengan sistem *grid connected* yang terhubung dengan jaringan listrik kWh meter dari PLN. Sistem ini memungkinkan pemakaian PLTS yang mampu menjadi sumber listrik

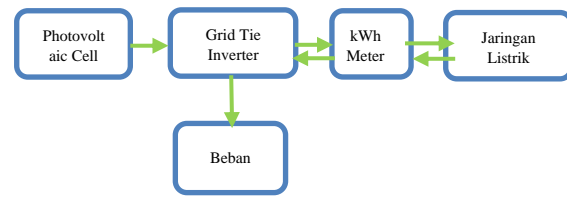
cadangan ketika terjadi gangguan atau pemadaman pada jaringan listrik PLN. Yang kedua yaitu PLTS berdiri sendiri atau biasa disebut dengan PLTS *stand alone*. Sistem PLTS ini dirancang untuk beroperasi secara mandiri tanpa ada hubungan konfigurasi sistem dengan jaringan listrik PLN.

Perancangan sistem PLTS sendiri harus memperhatikan beberapa faktor. Pertama, faktor teknis yang sesuai dengan tujuan perancangan alat dengan cara menentukan konfigurasi sistem mana yang akan dipakai. Kedua, yang harus diperhatikan yaitu faktor ekonomis di mana akan berdampak pada biaya yang akan dikeluarkan seperti biaya investasi, biaya operasi perawatan, dan energi yang dihasilkan (Utomo, 2009). Oleh karena itu, diperlukan perencanaan dan analisa yang tepat untuk merancang sistem PLTS *grid connected* ataupun PLTS *stand alone*.

Komponen – komponen yang dibutuhkan Ketika kita akan merancang sistem PLTS dengan menggunakan sistem *grid connected* yaitu:

- 1) Panel modul surya (*solar cell*);
- 2) Controller panel surya;
- 3) Baterai (Accu/Aki);
- 4) GTI Inverter;

Pada sistem PLTS *grid connected*, perancangan sistem melibatkan komponen *solar cell* dan sistem *on-grid* dengan menggunakan *Grid Tie Inverter* (GTI). Sebagaimana fungsi utama dari inverter lainnya, *Grid Tie Inverter* (GTI) berfungsi mengubah tegangan DC ke tegangan AC. Namun, inverter jenis ini dapat dioperasikan bersamaan dengan konfigurasi jaringan listrik utama, dalam hal ini yaitu jaringan listrik dari PT PLN (Persero) melalui instalasi kWh meter. Oleh karena itu, jenis inverter ini dikenal juga sebagai *synchronous inverter* atau *grid interactive inverter*. Berikut blok diagram sistem PLTS menggunakan GTI inverter yang terhubung dengan jaringan listrik PLN:



Gambar 3. Blok Diagram Sistem PLTS Menggunakan GTI Inverter.

Adapun persyaratan yang harus terpenuhi ketika menyambungkan GTI dengan jaringan listrik yang sudah ada yaitu:

- 1) Tegangan harus sama;
- 2) Jumlah fase;
- 3) Urutan fase harus sama;
- 4) Frekuensi keluaran harus sama.

Agar daya yang dihasilkan oleh PLTS menuju jaringan eksisting bernilai maksimum diperlukan alat yaitu *power conditioning*. Selain itu, alat ini berfungsi menyesuaikan proses perubahan tegangan DC menjadi tegangan AC dengan parameter yang ada pada jaringan eksisting. Salah satu bagian dari alat *power conditioning* tersebut adalah inverter (Nahela et al., 2020).

Pemasangan GTI *On-Grid* memerlukan perubahan konfigurasi pada rangkaian panel instalasi milik PLN dengan memperhitungkan tegangan output yang dibutuhkan (Nahela et al., 2020).

Hasil pengujian PLTS dengan sistem *On-Grid* berkapasitas panel 65Wp mampu menghasilkan arus dengan nominal 0.7A di mana radiasi matahari menyentuh angka 859.9/m². Adapun GTI yang dipakai berkapasitas 1kW dan mempunyai *range* tegangan antara 10.5V sampai dengan 28VDC dengan beban terbaca 344W serta 1.19A (Haerurrozi, Abdul Natsir, 2019).

Pada pengujian lainnya, di mana didapatkan angka penghematan daya sekitar 36.6 % dengan beban lampu AC berdaya 5 Watt. Persentase tersebut didapat dari selisih daya yang dihasilkan ketika sumber listrik bersumber penuh dari instalasi PLN terbaca 4.8 Watt dibandingkan dengan ketika GTI *On-Grid* diaktifkan, daya yang terukur sebesar 2.3 Watt. Hal ini membuktikan bahwa pemakaian PLTS

On-Grid mampu memberikan penghematan pada pemakaian lampu pijar berdaya 5 Watt (Rhapsody, 2017) (Haerurrozi, Abdul Natsir, 2019).

Pada hasil pengujian pengukuran nilai radiasi matahari selama tiga hari dengan panel surya merk Sharp's seri ND – 130 T1J 130 Watt, GTI 1000 Watt, beban 4 buah lampu pijar 100 Watt, 4 alat ukur *digital clamp multimeter* dengan 2 buah *clamp multimeter* merk KEW SNAP seri 2003 A dan 2 buah *clamp multimeter* merk FLUKE 317, 1 buah *digital multimeter* merk SANWA, 1 EKO *Solar power* seri MS - 02, dan 2 buah *junction* (Nahela et al., 2020), didapat hasil sebagaimana tercantum dalam Tabel 1.

Table 1. Nilai Karakteristik Radiasi Matahari (W/m²)

No.	Waktu	Hari Ke-1	Hari Ke-2	Hari Ke-3
1	9:40 AM	1070	1080	939
2	9:45 AM	1060	1060	970
3	9:50 AM	760	1134	1058
4	9:55 AM	420	1104	1133
5	10:00 AM	423	1110	1070
6	10:05 AM	560	662	1133
7	10:10 AM	400	810	1079
8	10:15 AM	720	814	720
9	10:20 AM	270	720	740
10	10:25 AM	230	676	1250
11	10:30 AM	225	580	1310
12	10:35 AM	218	388	1360
13	10:40 AM	270	360	300
14	10:45 AM	370	350	388
15	10:50 AM	216	407	360
16	10:55 AM	144	379	350
17	11:00 AM	126	434	407

Selanjutnya, selain nilai karakteristik radiasi matahari, hal yang harus diperhitungkan dalam kategori keandalan yaitu arus yang dihasilkan oleh PLTS jika dibandingkan dengan arus yang dihasilkan oleh instalasi eksisting yaitu PLN. Adapun arus keluaran yang dihasilkan oleh GTI dipengaruhi oleh perubahan intensitas cahaya matahari (Nahela et al., 2020). Sedangkan untuk menghitung arus dari PLN

dapat ditemukan dengan melakukan pengurangan arus beban oleh arus yang dihasilkan GTI.

Adapun daya (mW), arus (A), dan tegangan (V) yang dihasilkan oleh solar cell terhadap waktu selama pengujian tiga hari, rata – rata mencapai nilai maksimum pada pukul 11:00 WIB sampai dengan pukul 13:00 WIB. Hal ini dikarenakan posisi matahari sedang berada tepat di atas *solar cell* sehingga intensitas cahaya yang dihasilkan sangat besar dengan suhu berkisar antara 39,3 °C – 40,3 °C (Pratama, 2020). Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rata – Rata Pengukuran Hari Pertama Sampai dengan Hari Ketiga

Waktu	Arus (mA)	Tegangan (V)	Suhu (°C)	Daya (mW)
12:00 AM	3293,3	15,3	39,3	59412,9
1:00 PM	3523,3	15,2	39,7	61753,98
1:30 PM	3346,7	15,4	40,3	56582,45

Pemanfaatan PLTS juga diterapkan di wilayah – wilayah terpencil yang tidak bisa terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Namun, jenis PLTS yang digunakan yaitu sistem *off Grid* atau biasa disebut *Solar Home System* disingkat SHS. Sistem ini dirasa lebih efektif karena lebih sederhana untuk digunakan, aman, dan mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan penggunaan solar dan minyak tanah sebagai bahan bakar untuk penerangan (Nugraha et al., 2013).

Pada perakitan PLTS tentunya memerlukan biaya yang tidak sedikit. Namun, dengan perencanaan yang baik dan perhitungan balik modal (*Break Even Point*), kita dapat meminimalisir kerugian yang akan dihadapi serta keuntungan yang akan didapatkan. Adapun hal pertama untuk mengestimasi biaya yang akan dikeluarkan untuk pembuatan PLTS sendiri yaitu dengan memperhitungkan kebutuhan daya listrik peralatan rumah tangga sehingga mendapatkan nilai total konsumsi daya per hari

yang akan mempengaruhi spesifikasi peralatan PLTS yang akan dirakit. Selanjutnya, perhitungan kebutuhan daya listrik harus menambahkan konsumsi daya dari peralatan PLTS sendiri seperti inverter sebesar 20% (Sandro Putra, 2016). Berikut contoh estimasi kebutuhan daya listrik rumah tangga tercantum pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Perkiraan Kebutuhan Daya Listrik Rumah Tangga Tipe 36 Per Hari

No.	Alat Rumah Tangga	Jumlah	Jam Pemakaian Per Hari (Hour)	Konsumsi Daya (Wh)
1	Lampu LED	5	10	250
2	TV	1	10	280
3	Rice cooker	1	4,5	459
4	Dispenser	1	24	388
5	Mesin cuci	1	2,5	200
6	Pompa air	1	2	250
7	Kulkas	1	24	364
Total Konsumsi Daya				2.191
Total Konsumsi Daya setelah ditambah 20 % (Wh/hari)				2.629,2

Berdasarkan perkiraan kebutuhan daya listrik rumah tangga tipe 36 di atas, maka kita bisa menentukan komponen biaya peralatan perancangan PLTS beserta ongkos jasa pemasangannya. Berdasarkan tabel 3, dapat dilihat bahwa konsumsi daya listrik per hari untuk rumah tipe 36 yaitu 2.629,2 Wh atau jika dalam satuan kWh yaitu sekitar 2,7 kWh. Kebutuhan daya listrik sebesar 2,7 kWh harus dikali 2 untuk mengantisipasi adanya cuaca mendung atau kurangnya sinar radiasi matahari. Maka, perkiraan kebutuhan daya listrik per hari nya menjadi sebesar 5,4 kWh.

Berdasarkan perhitungan situs web kementerian ESDM yang beralamat di <https://esmart-plts.jatech.co.id>, maka panel surya yang dibutuhkan untuk pemasangan pada PLTS rumah tangga tipe 36 dengan daya listrik terpasang sebesar 1.300 kVA yaitu berkapasitas 1,3 kWp dengan jumlah unit model sebanyak 4 unit. Sedangkan untuk kapasitas inverter yang dibutuhkan yaitu 1 kW. Adapun perkiraan daya

yang dihasilkan oleh PLTS dengan rancangan seperti ini yaitu sebesar 2.004 kWh per tahun. Dengan sudut kemiringan 30⁰, potensi PLTS menghasilkan 4,8 kWp setiap hari nya. Adapun rincian biaya investasi yang harus dikeluarkan yaitu:

Tabel 4. Estimasi biaya investasi pemasangan PLTS.

No.	Jenis Biaya	Jumlah	Harga (Rp)
1	Panel Surya	4	11.302.000
2	Inverter	1	5.228.080
3	Penyangga, Mounting, Beton	1	1.950.000
4	Kabel, Panel Penghubung, Proteksi	1	2.600.000
5	Jasa Pengiriman Dan Instalasi	1	2.600.000
Total Biaya Investasi			23.680.080
Estimasi Penghematan biaya/bulan			236.493

Dengan perancangan komponen PLTS di atas, daya yang dihasilkan yaitu sebesar 2.004 kWh per tahun atau sama dengan 5,5 kWh per hari. Daya ini sangat mencukupi untuk memenuhi kebutuhan daya listrik rumah tangga tipe 36 dengan kebutuhan daya sebagaimana disebutkan di atas, yaitu sebesar 2,7 kWh. Namun, jika ingin mengantisipasi cuaca dan sinar radiasi matahari yang kurang. Maka, daya sebesar 2,7 kWh dikalikan dua menjadi 5,4 kWh.

SIMPULAN

Dengan memperhitungkan keandalan PLTS *On-Grid* ataupun *Off-Grid*, terbukti bahwa PLTS menjadi salah satu solusi energi di era modern saat ini khususnya pada rumah tangga tipe 36. PLTS dengan sistem *On-Grid* mampu menghasilkan arus 0.7 A dengan angka radiasi matahari sebesar 859,9/m² dan terbukti mampu memberikan penghematan pada pemakaian lampu pijar berdaya 5 Watt. Adapun daya (mW), arus (A), dan tegangan (V) yang dihasilkan oleh *solar cell* dipengaruhi oleh sudut kemiringan modul, intensitas cahaya, dan suhu udara. Biaya untuk perancangan PLTS tidaklah

sedikit, namun jika dibandingkan dengan pemakaian listrik dari PLN selama satu tahun. Dengan estimasi kebutuhan beban rumah tangga tipe 36 yaitu sebesar 5,4 kWh per hari. Sedangkan, daya yang dihasilkan PLTS sebesar 5,5 kWh per hari. Maka, PLTS mampu mencukupi kebutuhan daya listrik tersebut dengan memperhitungkan daya cadangan selama satu hari jika terjadi cuaca mendung atau intensitas cahaya yang kurang. Penggunaan PLTS mampu melakukan penghematan sebesar Rp. 236.493 per bulannya. Dengan kata lain, setiap rumah dengan tipe 36 daya 1.300 kVA mampu melakukan penghematan biaya penggunaan listrik sebesar Rp. 2.837.916 per tahunnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Adam, L. (2016). Dinamika Sektor Kelistrikan Di Indonesia : Kebutuhan Dan Performa Penyediaan. *Ekonomi Dan Pembangunan*, 24 no. 1, 29–41. <https://media.neliti.com/media/publications/201046-dinamika-sektor-kelistrikan-di-indonesia.pdf>
- Eda, J., Mulyadi, M., Kartadinata, B., & Tanudjaja, H. (n.d.). *Analisis Dampak Pemasangan Grid Tie Inverter pada Interkoneksi antara Jaringan PLN dan Solar Cell Terhadap Faktor Daya dan Harmonisa Sistem Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Teknik menghasilkan keluaran AC sinusoidal , penyaklaran masukan sumber DC*. 127–137.
- Haerurrozi, Abdul Natsir, S. (2019). Analisis Unjuk Kerja Plts On-Grid Di Laboratorium Energi Baru Terbarukan (Ebt) Universitas Mataram. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Huda, N. (2018). Energi Baru Terbarukan Solar Cell Sederhana Untuk Sistem Penerangan Rumah Tangga. *Cahaya Bagaskara: Jurnal Ilmiah Teknik Elektronika*, 3(1), 6–10. https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/cahaya_bagaskara/article/view/402
- Ketut Sugirianta, I. B., Giriantari, I., & Satya Kumara, I. N. (2016). Economic Analysis of Solar Electricity Rates using the Life Cycle Cost Method (Analisa Keekonomian Tarif Penjualan Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWp Bangli Dengan Metode Life Cycle Cost). *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 15(2), 121–126.
- Nahela, S., Faridyan, I. F., Rachman, N. A., Risdiyanto, A., Teknik, F., Jember, U., Timur, J., Ilmu, L., Indonesia, P., & Barat, J. (2020). *3 Analisis Perbandingan Supply Arus Grid Tied Inverter Panel Surya Dan Pln Pada Beban 400 Watt Terhadap Radiasi Matahari Comparison Analysis of Current Supply By Grid Tied Inverter Solar Cell and Pln for Load 400 Watt on Solar*. 18(2), 69–78.
- Nugraha, I. M. A., Giriantari, I. A. D., & Kumara, I. N. S. (2013). Studi Dampak Ekonomi dan Sosial PLTS Sebagai Listrik Pedesaan Terhadap Masyarakat Desa Ban Kubu Karangasem. *Prosiding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems*, A-010(studi dampak), 43–46.
- Pratama, R. (2020). Pengembangan Sistem Akuisisi Data Arus, Tegangan, Daya Dan Temperatur Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Edukasi Elektro*, 3(2), 55–62. <https://doi.org/10.21831/jee.v3i2.29812>
- Rhapsody, M. R. (2017). Penggunaan IoT untuk Telemetri Efisiensi Daya pada Hybrid Power System. *Seminar MASTER 2017 PPNS*, 1509, 67–72.
- Sandro Putra, C. R. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 6(1), 23.4.
- Utomo, T. (2009). Kajian Kelayakan Sistem Photovoltaik Sebagai Pembangkit Daya Listrik Skala Rumah Tangga. *Eccis*, III(167), 13–17.
- Vika Azkiya Dihni. (2021). Konsumsi Listrik Per Kapita Indonesia Capai 1.109 kWh pada Kuartal III 2021 | Databoks. *Kata Data*, September, 1. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/12/10/konsumsi-listrik-per-kapita-indonesia-capai-1109-kwh-pada-kuartal-iii-2021>