

STUDI ENERGI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON GRID 371 kWp DI DESA TEMAJUK

Yudha Pratama Putra¹, Ayong Hiendro², Kho Hie Khwee³

d1021201005@student.untan.ac.id¹, ayong.hiendro@ee.untan.ac.id², khohiekhwee@untan.ac.id³

Universitas Tanjungpura

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak dekat garis khatulistiwa yang berarti matahari bersinar sepanjang tahun dan hal inilah yang membuat pembangkit listrik tenaga surya menjadi salah satu wujud pemanfaatan energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah energi yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga surya di Desa Temajuk, dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber daya energi terbarukan. Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan survei langsung ke PLTS Temajuk guna mendapatkan beberapa data yang diperlukan seperti, panel surya, inverter, dan baterai serta menghitung tegangan dan arus pada panel surya dan baterai. PLTS Temajuk terdiri dari 844 panel surya dan 3 inverter, efektif untuk memenuhi kebutuhan listrik Desa Temajuk. Berdasarkan hasil perhitungan, energi yang dihasilkan PLTS sebesar 9.003,28 kWh dan energi yang dihasilkan PLTD sebesar 34.928,04 kWh. Dari hasil perhitungan PLTS dan PLTD dapat disimpulkan bahwa dengan jumlah energi tersebut mampu menangani beban sebesar 32. 843,06 kW. **Kata Kunci:** PLTS, Energi Terbarukan, Energi Surya, Energi Listrik, Temajuk.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah tropis yang mempunyai potensi energi surya sangat besar. Sehingga energi surya menjadi salah satu bentuk energi terbarukan yang potensial untuk dikembangkan. Energi surya selain mudah didapatkan dari alam, juga ramah lingkungan. Aplikasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk pelistrikan desa sebagai system penerangan rumah secara individual atau desentralisasi dengan daya terpasang relative kecil yaitu sekitar 48-55 Wp [1]. Hal ini berpotensi menjadi sebuah keuntungan besar bagi Indonesia dalam hal pemanfaatan dan pembangkitan energi matahari menjadi energi Listrik.

Energi terbarukan merupakan energi non fosil yang dapat diperbaharui dan dikelola dengan baik. Oleh karena itu, sumber daya energi terbarukan akan berkelanjutan. Yang dapat digolongkan sebagai energi terbarukan adalah panas bumi, air, matahari, angin, biomassa, lautan, sel bahan bakar dan nuklir [2]. Berdasarkan keterangan dan data yang didapat tentang penggunaan energi, Indonesia ternyata masih bergantung sepenuhnya pada energi yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi, batubara dan gas alam sebagai sumber kebutuhan energi [3]. 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 100% dan 85%. Dengan kata lain, masih ada sekitar 28,8% Masyarakat Indonesia yang belum teraliri listrik. Dengan adanya permasalahan krisis energi sebagaimana dijelaskan diatas, 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 Pembangkit Listrik Tenaga Surya [4].

Desa Temajuk merupakan daerah yang terletak di pinggir pantai yang mendapatkan sinar matahari dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi dan energi yang tidak terbatas serta secara tidak langsung dilalui garis khatulistiwa. Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai pemanfaatan konversi energi Listrik di daerah Kalimantan Barat adalah solusi yang tepat sebagai pelengkap kebutuhan energi. Tentu saja hal tersebut juga mendukung

pengenalan energi terbarukan sebagai energi bersih yang merupakan wujud energi dimasa depan kepada para pelajar yang merupakan bagian dari generasi muda.

Desa Temajuk merupakan desa yang terletak di Kecamatan Paloh, Kabupaten Sambas. Desa ini merupakan destinasi wisata bagi para turis lokal, oleh karena itu banyak masyarakat yang membangun penginapan untuk para turis yang bekunjung, selain penginapan selain penginapan terdapat sejumlah rumah penduduk yang bermukim di desa tersebut. Untuk memenuhi kebutuhan listrik desa Temajuk akan disuplai dari produksi energi Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Serta dalam hal memenuhi kebutuhan listrik di Desa Temajuk, sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini ialah On Grid dengan jaringan PLN yang bersumber dari (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel). Untuk perbedaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang menggunakan sistem On Grid dan Off Grid ialah, Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan sistem On Grid akan terkoneksi dengan jaringan listrik PLN sedangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang menggunakan sistem Off Grid tidak terkoneksi dengan jaringan PLN atau bisa dibilang mandiri, maka dari itu dibutuhkan baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan.

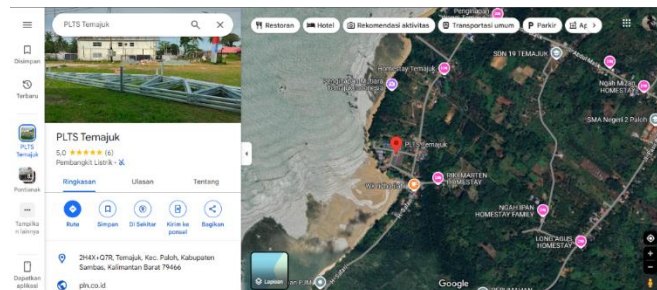
METODOLOGI

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu studi literatur dengan mengumpulkan data data yang akan digunakan pada penelitian ini seperti data letak koordinat PLTS Temajuk, data panel surya, data inverter, dan data iradiasi matahari. Kemudian melakukan perhitungan jumlah energi yang dihasilkan PLTS Temajuk, dan melakukan kesimpulan serta saran pada penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Profil PLTS Temajuk

PLTS Temajuk 371 kWp terletak di daerah kerja PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Kalimantan Barat, berada di Desa Temajuk, Kecamatan Paloh, Kabupaten Sambas, Provinsi Kalimantan Barat yang dapat dilihat pada Gambar 4.1. Sebuah proyek pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan kapasitas 371 kWp. PLTS Temajuk ini menggunakan teknologi ground-mounted PV dengan interkoneksi Hybrid dan menggunakan barang dan jasa dalam negeri dengan estimasi pencapaian Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) sebesar 53,25%. Proyek ini merupakan bukti nyata dari komitmen PLN untuk mempercepat penggunaan energi hijau sekaligus mendorong pertumbuhan ekonomi Masyarakat di daerah 3T (tertinggal, terdepan, dan terluar). PLTS Temajuk terletak pada koordinat lintang utara dan lintang timur dengan masing masing sebesar $2^{\circ}00'25''N$ $109^{\circ}35'53''E$.



Gambar A.1 Letak Pembangkit Listrik Tenaga Surya Temajuk

Data Luas PLTS yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari hasil pengukuran melalui google earth. Adapun hasil pengukuran didapat luas dari PLTS Temajuk ini sebesar $2.936,42 \text{ m}^2$. Visualisasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Temajuk ditunjukkan pada gambar A.2.



Gambar A.2 Visualisasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Temajuk

Panel surya yang digunakan pada PLTS Temajuk ini adalah SANKELUX tipe SLX-440-144 M memiliki daya yaitu 440 Wp untuk spesifikasi lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel A.1. Adapun untuk jenisnya adalah jenis monocrystalline. Setelah menentukan jenis panel suryanya, didapat jumlah panel surya yang dipasang di PLTS Temajuk dengan menggunakan modul surya tersebut adalah sebanyak 844 panel surya dengan total kapasitasnya (Pnom PV) adalah sebesar 371 kWp.

Tabel A.1 Spesifikasi Panel surya

Spesifikasi	Keterangan
Nominal Daya Maksimum (Pmax)	440 W
Tegangan Operasi Optimal (Vmp)	41,10 V
Arus Operasi Optimal (Imp)	10,71 A
Tegangan Sirkuit Terbuka (Voc)	48,09 V
Arus Hubung Singkat (Isc)	11,46 A
Tegangan Sistem Maksimum (Vmax)	1500 V
Sekering Seri Maksimum	25 A
Toleransi Daya maksimum	± 3%
Berat Panel Surya	26 Kg
Dimensi	1038 x 2094 x 40 mm
Efisiensi Panel Surya	20,7 %

Inverter yang digunakan pada PLTS Temajuk ini adalah SUNGROW dengan tipe SG110CX dengan daya sebesar 100kW, spesifikasi lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel A.2. Dengan jumlah inverter yang digunakan adalah sebanyak 3 buah inverter.

Tabel A.2 Spesifikasi Inverter

Spesifikasi	Keterangan
Rated Output Power	100.000 W
Max. PV Input Current	26 A
MPP Voltage Range	200-1000 V
Maximum Input Current	26 A
Maximum Output Current	158,8 A
Maximum Efficiency	98,7 %

Baterai yang digunakan pada PLTS Temajuk ini adalah BatteryDAQ dengan tipe sentry-6002NEMA 2-wire Mode, spesifikasi lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel A.3. Dengan jumlah baterai yang digunakan sebanyak 336 buah baterai.

Tabel A.3 Spesifikasi Baterai

Spesifikasi	Keterangan
Battery Capacity	1000 Ah to 6000 Ah

Cell/Block Voltage	2 V, 4 V
Current Range	± 3000 A
Maximum Power Consumption	10 W

Pada penelitian ini menggunakan potensi energi surya untuk pembangkit sistem ini yaitu data iradiasi matahari yang didapatkan dari *software* PVSyst dengan memasukkan titik koordinat PLTS ingin dibangun. Untuk lebih jelasnya data iradiasi matahari dapat dilihat pada gambar A.3.

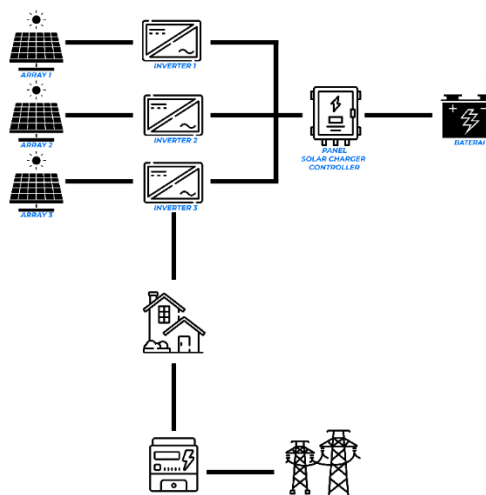
	Global horizontal irradiation kWh/m ² /mth	Horizontal diffuse irradiation kWh/m ² /mth	Temperature °C	Wind Velocity m/s	Linke turbidity [.]	Relative humidity %
January	130.2	66.3	25.9	1.69	3.632	87.4
February	128.8	76.0	26.2	1.69	3.617	86.1
March	151.3	82.3	26.7	1.50	3.509	84.9
April	161.3	72.1	26.6	1.39	3.307	87.1
May	156.1	77.5	27.4	1.59	3.352	84.1
June	144.8	80.3	26.9	1.60	3.408	84.2
July	160.7	71.2	27.2	1.60	3.586	81.6
August	148.1	84.0	27.3	1.70	4.473	80.8
September	134.5	81.1	26.5	1.60	4.816	85.4
October	127.1	84.8	26.5	1.60	4.678	85.1
November	131.4	76.1	26.1	1.59	3.463	88.1
December	121.1	78.3	26.2	1.70	3.503	86.9
Year	1695.3	929.9	26.6	1.6	3.779	85.1

Gambar A.3 Iradiasi Matahari

B. Konfigurasi Sistem PLTS

Konfigurasi panel surya yang baik dapat diketahui dengan menentukan hubungan seri dan paralel pada rangkaian yang digunakan. Dalam menentukan hubungan seri dan paralel panel surya dapat ditentukan dengan mengetahui besarnya tegangan input inverter. Perhitungan konfigurasi seri dan paralel dalam perencanaan sangat penting karena perhitungan ini dapat diketahui tegangan dan arus input DC dari panel surya ke inverter. Adapun konfigurasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Desa Temajuk ditunjukkan pada Gambar B.9. Dalam penelitian ini panel surya yang digunakan adalah tipe SLX-440-144 M 440 Wp yang memiliki tegangan *open circuit voltage* (V_{oc}) sebesar 48,09 V, tegangan maksimal panel surya (V_{mp}) sebesar 41,10 V, dan arus maksimal panel surya (I_{mp}) 10,71 A.

Adapun inverter yang digunakan adalah SUNGROW dengan tipe SG110CX dengan daya sebesar 100kW dengan tegangan minimum inverter (V_{min} inverter) sebesar 200 V, tegangan maksimum inverter (V_{max} inverter) sebesar 1000 V, dan arus maksimum inverter (I_{max} input inverter) sebesar 26 A. Perhitungan untuk menentukan banyaknya panel surya yang dirangkai secara seri dan paralel dapat dihitung.



Gambar B.4 Konfigurasi Sistem PLTS Temajuk

Dalam menghitung daya output yang dihasilkan oleh panel surya dapat dihitung dengan menentukan rangkaian panel surya tersebut. Adapun untuk rangkaian panel surya

terdiri dari rangkaian seri dan paralel dan dibuat menjadi 3 grup sesuai dengan jumlah inverter yang ada.

Jumlah String atau rangkaian seri pada PLTS Temajuk adalah sebanyak 12 dan 11 string yang masing masing berjumlah 24 panel dan terbagi menjadi 3 grup sesuai dengan jumlah inverter yang ada. Adapun untuk rangkaian seri panel surya dapat dilihat pada Gambar B.4, dan rangkaian paralel panel surya ditunjukkan pada Gambar B.5.

- Menghitung Tegangan dan Arus total per string

Diketahui:

$$V_{mp} = 41,10 \text{ V}$$

$$I_{mp} = 10,71 \text{ A}$$

$$\text{Jumlah Panel per string} = 24 \text{ Panel}$$

Maka,

$$\begin{aligned} V_{\text{Per string}} &= V_{mp1} + \dots + V_{mpn} \\ &= 41,10_1 + \dots + 41,10_{24} \\ &= 986,4 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{Per string}} &= I_{mp1} = I_{mpn} \\ &= 10,71 \text{ A} \end{aligned}$$

- Menghitung Tegangan dan Arus total 12 string

Diketahui:

$$V_{\text{Per string}} = 986,4 \text{ V}$$

$$I_{\text{Per string}} = 10,71 \text{ A}$$

Maka,

$$\begin{aligned} V_{\text{Total}} &= V_{\text{Per string } 1} = V_{\text{Per string } n} \\ &= 986,4 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{Array } 1,2} &= I_{\text{Per string } 1} + \dots + I_{\text{Per string } n} \\ &= 10,71_1 + \dots + 10,71_{12} \\ &= 128,52 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{Total } 3} &= I_{\text{Per string } 1} + \dots + I_{\text{Per string } n} \\ &= 10,71_1 + \dots + 10,71_{11} \\ &= 117,81 \text{ A} \end{aligned}$$

Jadi, nilai tegangan dan arus pada setiap rangkaian paralel atau array1,2 dan array 3 yakni 986,4 V, 128,52 A dan 117,81 A.

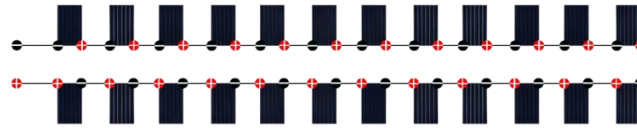
Maka, daya yang dapat dihasilkan pada setiap array dapat dihitung berdasarkan data diatas sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_{1,2} &= V \times I \\ &= 986,4 \times 128,52 \text{ A} \\ &= 126.772,13 \text{ W} \\ &= 126,772 \text{ kW} \end{aligned}$$

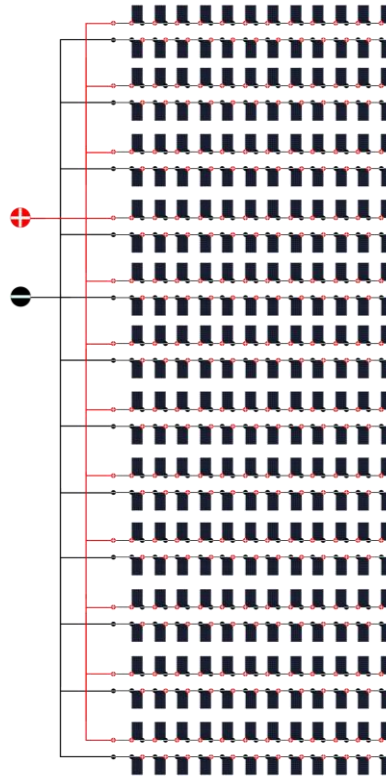
$$\begin{aligned} P_3 &= V \times I \\ &= 986,4 \times 117,81 \text{ A} \\ &= 116.207,784 \text{ W} \\ &= 116,208 \text{ kW} \end{aligned}$$

Daya total dari 3 array yang dapat dihasilkan yakni

$$\begin{aligned} P_{1,2} &= 126,772 \text{ kW} \times 2 \\ &= 253,54 \text{ kW} \\ P_3 &= 116,208 \text{ kW} \\ P_{\text{Total}} &= 253,54 + 116,208 \\ &= 369,752 \text{ kW} \end{aligned}$$



Gambar B.5 Rangkaian seri Panel Surya (1 String)



Gambar B.6 Rangkaian Paralel Panel Surya 12 String (1 Array)

Pada PLTS Temajuk terdapat 3 inverter yang masing masing menangani 12 dan 11 string rangkaian panel surya atau 1 array. Daya input yang masuk ke tiap inverter ialah output dari tiap array panel surya 253,54 kW dan 116,208 kW dengan daya total sebesar 369,752 kW. Pada PLTS Temajuk terdapat 336 buah baterai 2V/100Ah. Baterai dirangkai menjadi seri dan paralel dengan rangkaian seri sebanyak 14 dan 15 buah baterai dan rangkaian paralel sebanyak 6 preset. Setiap preset terdiri dari (14 + 14 + 14 + 14 = 58 baterai). Adapun untuk rangkaian seri baterai dapat dilihat pada Gambar B.6, untuk rangkaian paralel baterai ditunjukkan pada Gambar B.7 dan untuk rangkaian seri paralel baterai ditunjukkan pada Gambar B.8.

- Menghitung tegangan dan arus baterai menggunakan rangkaian seri

1 preset = 14 + 14 + 14 + 14 = 56 baterai

Pada rangkaian seri untuk menghitung besar tegangan, maka tegangan pada setiap baterai dijumlahkan dengan kuat arus sama.

$$\begin{aligned}\text{Total tegangan seri} &= V_1 + \dots V_n \\ &= V_1 + \dots V_{14} \\ &= 28 \text{ V}\end{aligned}$$

$$\text{Total kuat arus seri} = 100 \text{ Ah}$$

- Menghitung tegangan dan arus baterai menggunakan rangkaian paralel (1 preset)

1 preset = 14 + 14 + 14 + 14 = 56 baterai

Pada rangkaian paralel untuk menghitung besar kuat arus, maka kuat arus pada setiap baterai dijumlahkan dengan tegangan sama.

$$\text{Total tegangan paralel} = 28 \text{ V}$$

$$\text{Total kuat arus paralel} = I_1 + \dots + I_4 \\ = 400 \text{ Ah}$$

- Menghitung tegangan dan arus baterai menggunakan rangkaian seri dan paralel (6 preset).

$$3 \text{ preset dirangkai seri} = 28 + 28 + 28 \\ = 84 \text{ V dengan kuat arus sama yakni } 400 \text{ Ah}$$

Setelah diketahui tegangan dan arus pada rangkain seri, maka untuk mengetahui total tegangan dan arus keseluruhan dirangkai secara paralel.

$$\text{Total tegangan dan arus} = 84 \text{ V} / 400 + 400 \\ = 84 \text{ V} / 800 \text{ Ah}$$

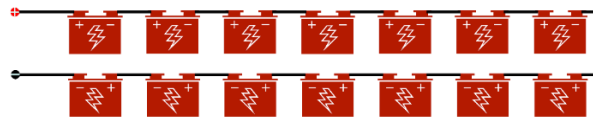
Maka, daya total pada baterai setelah dirangkai seri dan paralel yakni:

$$P = V \times I$$

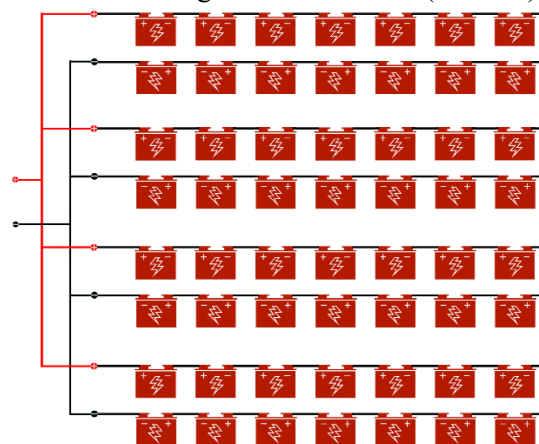
$$P = 84 \times 800$$

$$P = 67.200 \text{ Wh}$$

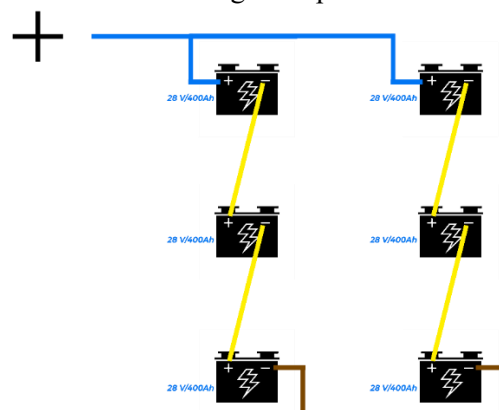
$$P = 67,2 \text{ kWh}$$



Gambar B.7 Rangkaian seri Baterai (1 Preset)



Gambar B.8 Rangkaian paralel Baterai



Gambar B.9 Rangkaian seri dan paralel baterai

Pengujian ini sudah tercatat pada *software Microsoft excel* didapatkan hasil produksi energi PLTS Temajuk pada bulan maret seperti ditunjukkan pada Gambar B.10.

Gambar B.10 Data hasil produksi PLTS Temajuk

Energi yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar B.4, puncak produksi energi listrik pada bulan maret terjadi pada tanggal 27 maret yaitu 1.128,81 kWh. Dengan total energi yang dihasilkan pada bulan maret yaitu 9.003,28 kWh. Dengan total kapasitas panel surya sebesar 371 kWp.

C. Analisis Energi PLTS dan PLTD

Di desa Temajuk ini jaringan listrik PLN menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) sebagai sumber produksi listrik utama. Energi listrik yang dihasilkan masih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan beban, maka dari itu untuk memenuhi kebutuhan beban di Desa Temajuk dibantu dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pada penelitian ini, peneliti mengambil sampel selama satu bulan yakni pada bulan maret. Untuk energi yang dihasilkan PLTD yakni 34.928,04 kWh dengan 2 unit mesin yang beroperasi. Data tersebut didapat dari jumlah produksi masing masing unit yakni unit 1 yakni sebesar 342,94 kWh dan unit 2 sebesar 34.495,1 kWh.

Berdasarkan hasil perhitungan panel surya menggunakan rangkaian seri dan paralel, energi yang dapat dihasilkan sebesar 369,752 kWh. Energi total yang dapat disimpan baterai dengan jumlah 336 baterai yang sudah dirangkai seri dan paralel yakni 67,2 kWh.

Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah didapatkan, energi listrik yang dihasilkan PLTS yakni 9.003,28 kWh jauh lebih sedikit dibandingkan dengan energi yang dihasilkan PLTD yakni 34.928,04 kWh. Berdasarkan jumlah tersebut untuk menangani beban tergolong tercukupi dengan jumlah beban sebesar 32.843,06 kW.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dipaparkan maka Kesimpulan dapat diambil sebagai berikut:

1. Jumlah energi listrik yang dihasilkan PLTS Temajuk pada bulan maret sebesar 9.003,28 kWh.
2. Jumlah energi listrik dari PLN (PLTD) Temajuk pada bulan maret sebesar 34.928,04 kWh.
3. Total energi yang dihasilkan PLTS dan PLTD untuk menangani beban sebesar 32.843,06 kWh tercukupi.

DAFTAR PUSTAKA

- ABB QT. (2013). Technical Application paper No.10 Photovoltaic Plants. 12-13.
- Adjikri, F. (2017). Strategi Pengembangan Energi Baru Terbarukan di Indonesia. Jurnal Online Mahasiswa (Jom) BidangnTeknik Elektro.
- Agam, M., & Kartini, U. T. (2020). Peramalan Daya Listrik PLTS On Grid pada Rumah Tinggal Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Decomposition Feed Forward Neutral Network Berdasarkan Data Meteorologi. Jurnal Teknik Elektro. Vol.9. No.2.
- Avinda, A. I., Windarta, J., Denis, D., Kusuma, I. A., & Firmansyah, A. (2021). Studi Perancangan PLTS 1200 Wp Sistem On-Grid Ditinjau dari Teknik dan Ekonomis. Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR), 4, 234-241.

- B. Alam, S. Mustafa, T. Akram, A. Naaz, M. Tariq, dan MA Rahman, "Desain dan Analisis Kinerja Sistem PV Surya Terhubung Jaringan Menggunakan Perangkat Lunak PVsyst," dalam Analisis Data Cerdas untuk Sistem Daya dan Energi, H. Malik, MW Ahmad, dan DP Kothari, Eds. Singapura: Springer Nature Singapore, 2022, 363-372. Doi: 10.1007/978-981-16-6081-8_18.
- Engelbertus, T. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Catu Daya Tambahan pada Hotel Kini Kota Pontianak. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Vol.2. No.1.
- Gautama, P. W., Suyanto, H., & Erlina, E. (2021). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off Grid Dengan Kapasitas 2 kWp pada Instalasi Menara Suar Bulukumba. Doctoral dissertation. Institut Teknologi PLN.
- Gifson, H. A., Siregar, M. R., & Pambudi, M. P. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Grid di Ecopark Ancol. Jurnal Teknik Elektro.
- Haning, D., & Askolani, I. (2020). Buku Pegangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Jakarta. 54-57.
- Jusran, A. J., Irianto, C. G., & Candra H. (2020). Pemodelan Persamaan Modul Photovoltaic yang memiliki Dioda Bypass pada saat Gangguan Shading. Jurnal Teknik Elektro. Vol.22. No.1. 69-79.
- Karuniawan, E. A., Sugiono, F. A. F., Larasati, P. D., & Pramurti, A. R. (2023). Analisis Potensi Daya Listrik PLTS Atap di Gedung Direktorat Politeknik Negeri Semarang dengan Perangkat Lunak PVsyst. Journal of Energy and Electrical Engineering (JEE), 4(2).
- Lubis, A. (2017). Energi terbarukan dalam Pembangunan Berkelanjutan. Jurnal Teknologi Lingkungan.
- Manab, A., Rabiula, A., Matalata, H. (2022). Perencanaan PLTS Sistem Off-Grid di Desa Bungku Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari Jambi. Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA).
- Naim, M. (2020). Rancangan Sistem Kelistrikan PLTSnOff Gridn1000 Watt Peak di Desa Loeha kecamatan Towuti. Vertex Electro. Vol.12. No.1. 17-25.
- Naim, M. (2020). Rancangan Sistem control Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLN dan PLTS) Kapasitas 800 Wp. Orbit Majalah Ilmiah Pembangunan Rekayasa dan Sosial. Vol.17. No.3. Hlm.196-205.
- Nugroho, I. A., Suyanto, H., & Husada, H. (2020). Perencanaan Pengukuran Daya Terbangkit pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan kWh Ekspor Impor pada Area Perumahan Homenesty Residence Singkawang Provinsi Kalimantan Barat. Doctoral dissertation. Insitut Teknologi PLN.
- Nurjaman, H.B., Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Rumah Tangga. Jurnal Edukasi Elektro.
- Nuryanto, L. E. (2022). Perancangan Sistem Kontrol Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLN dan PLTS) Kapasitas 800 Wp. Orbit Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial. Vol.17. No.3. 196-205.
- Pratama, I. D. G. Y. P., Kumara, I. N. S., & Setiawan, I. N. (2018). Potensi Pemanfaatan Atap Gedung Pusat Pemerintahan Kabupaten Bandung untuk PLTS Rooftop. Jurnal Spektrum. Vol.5. No.2. 119-128.
- Rahayuningtyas, A., Kuala, S.I., & Apriyanto, I.F. (2014). Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan dan Energi Terbarukan. Jurnal Prosiding SNaPP: Sains, Teknologi.
- Riafilona, H., Suciningtyas, I. K. L., Sholihuddin, I., Puspita, W. R. (2022). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Penggunaan Listrik Rumah Tangga. Journal of Applied Electrical Engineering (E-ISSN: 2548-9682), Vol. 6, no. 2.
- Sianipar, R. 2014. Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro.
- Sudarjo, N. H., Haddin, M., Suprajitno, A. (2022). Analisis Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur. Jurnal Ilmiah Teknik Elektro. Vol.14. No.1.

Utamia, P. R., & Wijayanti, M. (2022). Analisa Perhitungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Taman Markisa di Wilayah RT 01/RW 08 Kelurahan Mampang, Pancoran Mas, Kota Depok. Jurnal Abdi Masyarakat Multidisiplin. Vol.1. No.2. 42-49.