



JESCE

(Journal of Electrical and System Control Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>

Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terapung pada Regulating Pond Aplikasi pada PLTA Renun UPRK Pandan PLN Kitsbu

Design of Floating Solar Power Plants (PLTS) on Regulating Pond Applications in PLTA Renun UPRK Pandan PLN Kitsbu

Gatot Mochamad Muchtar^{1)*}, Surya Hardi²⁾, & Rohana³⁾

1), 2), 3) Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Diterima: 22 Mei 2022; Direview: 24 Mei 2022; Disetujui: 02 Oktober 2022

*Corresponding Email: Gatot.mmuchtar@gmail.com

Abstrak

Semakin minim cadangan bahan bakar fosil yang ada di dunia terutama Indonesia dan masalah lingkungan pada sector global yang diakibatkan eksplorasi migas serta pertambangan yang, maka sumber energi alternative pengganti bahan bakar fosil atau lebih dikenal dengan renewable energi perlu dikembangkan. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Renun di Sumatera Utara memiliki tempat penampungan Air atau disebut Regulating Pond dengan luas 11,42 ha, luasan Regulating Pond yang cukup besar itu sangat tepat apabila dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) karena tidak adanya pembebasan lahan, serta Regulating Pond lebih stabil, tidak ada kontur naik dan turun. Solar panel yang digunakan dalam PLTS apung pada regulating pond berjumlah 20.441 solar panel model Polycrystalline, daya 300 Wp type Blue Sun Solar Energi BSM270-300P-60 (300W), daya yang dihasilkan 6.123.300 Wp (6.123,3 kWp) atau 6,12 MWp. Baterai pada PLTS terdiri dari 275 seri dan 3,5 paralel dan total baterai yang dibutuhkan adalah 1.100 Baterai JYC Baterai type OPzV3000, dan 9 inverter merk ABB type PVI 500 TL CN dengan daya 560 kW tegangan 360 V. Potensi yang didapatkan dari perencanaan PLTS di Regulating Pond PLTA Renun Utara menggunakan simulasi software Helioscope adalah 489.659 kWh/ bulan.

Kata Kunci: PLTS; Regulating Pond; Helioscope

Abstract

The less fossil fuel reserves in the world, especially Indonesia and environmental problems in the global sector caused by oil and gas exploration and mining, then alternative energy sources to replace fossil fuels or better known as renewable energy need to be developed. The Renun Hydroelectric Power Plant (PLTA) in North Sumatra has a water reservoir or so-called Regulating Pond with an area of 11.42 ha, the size of the Regulating Pond which is quite large is very appropriate if it is used for a Solar Power Plant (PLTS) because there is no land acquisition, and the Regulating Pond is more stable, there are no rising and falling contours. The solar panels used in floating solar panels on the regulating pond are 20,441 Polycrystalline solar panels, 300 Wp power type Blue Sun Solar Energi BSM270-300P-60 (300W), the power generated is 6,123,300 Wp (6,123.3 kWp) or 6, 12 MWp. The batteries in PLTS consist of 275 series and 3.5 parallel and the total battery required is 1,100 JYC Batteries, OPzV3000 type batteries, and 9 inverters of the ABB brand PVI 500 TL CN with a power of 560 kW and a voltage of 360 V. The potential obtained from the PLTS planning in Regulating Pond for North Renun Hydroelectric Power Plant using Helioscope software simulation is 489,659 kWh/month.

Keywords: PLTS; Regulating Pond; Helioscope.



PENDAHULUAN

Dengan semakin minim cadangan bahan bakar fosil yang ada di dunia terutama Indonesia dan masalah lingkungan yang diakibatkan eksplorasi migas serta pertambangan yang mengakibatkan masalah lingkungan pada sector global, banyak kalangan baik yang berasal dari pemerintahan maupun organisasi masyarakat dalam dan luar negeri telah berupaya mempopulerkan sumber energi alternative pengganti bahan bakar fosil atau lebih dikenal dengan renewable energi [1]. Renewable energi atau sering kita dengar dengan istilah energi baru dan terbarukan (EBT). Energi yang berasal dari alam yang tersedia dengan gratis dan dapat dimanfaatkan dengan seoptimal mungkin, energi tersebut dapat berupa cahaya matahari, air, serta udara, melihat dari Rencana Umum Ketenaga Listrik tahun 2009 sampai dengan tahun 2038 yang tertuang dalam Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 143 K/20/MEM/2019 pada lampiran 1.7 Tentang peta potensi Bio energi, Surya daerah Sumatera Utara energi yang cukup tinggi adalah surya dengan 11.851 sehingga dilakukan penelitian terkait dengan EBT Cahaya Matahari. Komponen dasar dari PLTS

adalah sel surya sebagai tempat konversi radiasi matahari menjadi arus listrik Untuk menghasilkan lebih banyak tenaga listrik, cell dirakit untuk membentuk panel [2], [3]. Agar dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan masyarakat panel disusun membentuk ladang solar panel, untuk membentuk ladang solar panel membutuhkan ruang terbuka yang besar, hal tersebut membutuhkan pembebasan lahan dalam pekerjaanya, dalam pembebasan lahan cukup sulit untuk dilakukan serta biaya yang cukup mahal, akan tetapi dapat dilakukan apabila dilakukan pembuatan ladang solar panel di danau atau Regulating Pond milik PLTA biaya relatif tidak ada dalam pembebasan lahan [4]. Pemasangan panel surya di atas Regulating Pond dengan menggunakan teknologi apung merupakan konsep baru Proyek sistem panel surya apung (dalam bahasa Inggris *floating photovoltaic system* atau FPV) meliputi susunan solar panel yang berada di atas Regulating Pond atau waduk air dengan menggunakan pelampung atau biasa disebut ponton [5]. Pada umumnya PLTS terdiri dari beberapa komponen utama yaitu modul surya sebagai pembangkit listrik, inverter untuk mengkonversi sistem tegangan DC menjadi sistem tegangan AC, *charger controller* dan baterai sebagai media

penyimpanan energi, serta pelampung sebagai media apung solar panel agar tetap di atas air. Pembangkit PLTS merupakan peralatan pembangkit listrik yang membarui energi matahari menjadi energi listrik. PLTS tak jarang juga disebut *Solar Cell*, atau *Solar Photovoltaik*, atau *Solar Energi*. PLTS memanfaatkan radiasi matahari untuk diubah menjadi listrik DC (direct current), selanjutnya bisa diubah menjadi listrik AC (*alternating current*) apabila diperlukan untuk penggunaan peralatan elektronik yang bias akita gunakan serta jaringan yang ada di Indonesia menggunakan AC (*alternating current*) [6]. Oleh karenanya meskipun mendung, selama masih terdapat cahaya, maka PLTS bisa membuat listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada dasarnya merupakan alat yg menyediakan daya untuk memenuhi kebutuhan listrik yg kecil hingga besar, baik secara mandiri, juga menggunakan *Hybrid*.

Bahan sel surya sendiri terdiri menurut kaca pelindung dan material *adhensive* transparan yg melindungi bahan sel surya menurut keadaan lingkungan lalu material anti-refleksi buat menyerap lebih banyak cahaya dan mengurangi jumlah cahaya yg dipantulkan, semi-konduktor *P-type* & *N-type* (terbuat menurut adonan silikon) untuk membuat medan listrik, saluran awal dan saluran

akhir (terbuat menurut logam tipis) buat mengirim elektron ke perabot listrik. Cara kerja sel matahari sendiri sebenarnya identik menggunakan piranti semi konduktor dioda. Ketika cahaya bersentuhan menggunakan sel surya dan diserap oleh bahan semi konduktor, terjadi pelepasan elektron. Jika elektron tadi sanggup menempuh perjalanan menuju bahan semi konduktor dalam lapisan yg berbeda, terjadi perubahan sigma gaya- gaya dalam bahan. Gaya tolakan antar bahan semi konduktor, mengakibatkan aliran medan magnet listrik dan mengakibatkan elektron bisa disalurkan ke saluran awal & akhir untuk dipakai dalam perabot listrik. PLTS terapung memang dibangun di atas sebuah bendungan atau waduk. Komponen PLTS Terapung yang utama adalah adanya panel Surya dan Pelampung yang di gunakan untuk dudukan panel surya, serta peralatan lain yang umum seperti inverter, charger baterai dan lain sebagainya.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian proses pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengambilan data BMKG secara online pada alamat <https://dataonline.bmkg.go.id/-home>.

Untuk mengambil data iklim sesuai dengan kebutuhan. Data yang diambil ialah dari

stasiun BMKG Sumatera Utara.

Dari data yang sudah dikumpulkan dilanjutkan dengan melakukan estimasi intensitas radiasi matahari berdasarkan data iklim. Selanjutnya dilakukan analisa pengaruh/korelasi antara intensitas radiasi terhadap variabel-variabel iklim.

Pengumpulan data juga dilakukan dengan observasi dilapangan dengan melakukan permintaan data pada PLTA Renun berupa data Denah Regulating Pond PLTA serta melakukan peninjauan visual ke lokasi PLTA.



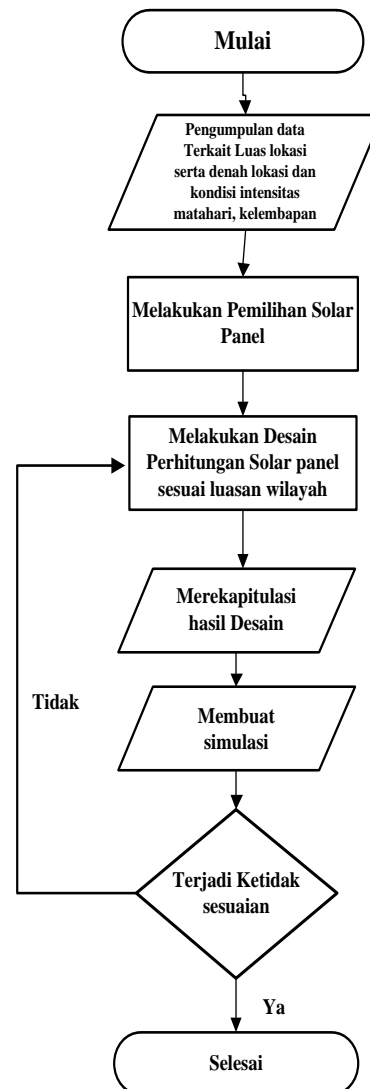
Gambar 1. Regulating Pond PLTA Renun

Tabel.1 Nilai Intensitas Radiasi Matahari Rata-rata pada BMKG Sumatera Utara

Bulan	Intensitas Harian (Wh/m ²)	Radiasi
Februari 2021	273,33	
Maret 2021	151,46	
April 2021	118,16	
Mei 2021	288,10	
Juni 2021	89,39	
Juli 2021	148,51	
Agustus 2021	129,18	
September 2021	124,96	
Oktober 2021	203,78	
November 2021	90,42	

Desember 2021	131,42
Januari 2022	90,10

Kemudian diagram alir penelitian ditunjukkan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perencanaan desain solar panel pada regulating pond PLTA Renun luas regulating pond PLTA Renun sebesar 114.237,13 m² dengan dimensi solar panel

type Blue Sun Solar Energi BSM270-300P-60 (300W) Panjang 16400 mm dan lebar 991 mm, untuk perencanaan desain solar panel tidak digunakan keseluruhan ukuran regulating pound hal tersebut dilakukan agar masih terdapat ruang untuk melakukan perawatan tahunan terutama sedimentasi, sehingga luasan yang direncanakan solar panel pada regulating pound Panjang 297,13 meter dan lebar 225,32 meter untuk melakukan perhitungan jumlah solar panel yang di butuhkan dapat menggunakan persamaan berikut.

$$N \text{ modul surya} = \frac{384,17}{1,64} \times \frac{183,46}{2}$$

$$N \text{ modul surya} = 20.411$$

Daya yang dapat dihasilkan dari keseluruhan solar panel dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_p \text{ Solar Panel} &= 20.441 \times 300 \text{ Wp} \\ &= 6.123.300 \text{ Wp} \\ &= 6.123,3 \text{ kWp} = 6,12 \text{ MWp} \end{aligned}$$

Tabel 2. Tabel bulanan hasil kWh Produksi Solar Panel

Bulan	Produksi kWh
Februari 2021	494.081
Maret 2021	314.341
April 2021	237.317
Mei 2021	597.921
Juni 2021	179.540
Juli 2021	308.217
Agustus 2021	259.451
September 2021	259.352
Oktober 2021	409.287

November 2021	187.666
Desember 2021	263.959
Januari 2022	186.995
Rata-rata	308.177

$$\text{inverter} = \frac{WP \text{ Solar Panel} \times \text{Evisiensi}}{\text{Daya inverter}}$$

$$\text{verter} = \frac{6.123 \times 85\%}{560}$$

Jumlah inverter = 9 merk ABB type PVI 500 TL CN dengan daya 560 kW dengan tegangan 360 V.

$$\text{Kapasitas Baterai (Ah)} = \frac{\text{Total Energi harian}}{\text{Dc Voltage Inverter}}$$

$$\text{Kapasitas Baterai (Ah)} = \frac{288,10 \text{ Wh} \times 20411}{550}$$

$$\text{Kapasitas Baterai (Ah)} = 10,7 \text{ kAh}$$

$$\text{Susunan Seri} = \frac{\text{Total Tegangan Keluaran Baterai (DC inverter)}}{\text{Rated Tegangan Baterai}}$$

$$\text{Susunan Seri} = \frac{550 \text{ v}}{2 \text{ v}}$$

$$\text{Susunan Seri} = 275$$

$$\text{Susunan Pararel} = \frac{\text{Total Arus Keluaran Baterai}}{\text{Rated Arus Baterai}}$$

$$\text{Susunan Pararel} = \frac{10,7 \text{ kAh}}{3000 \text{ Ah}}$$

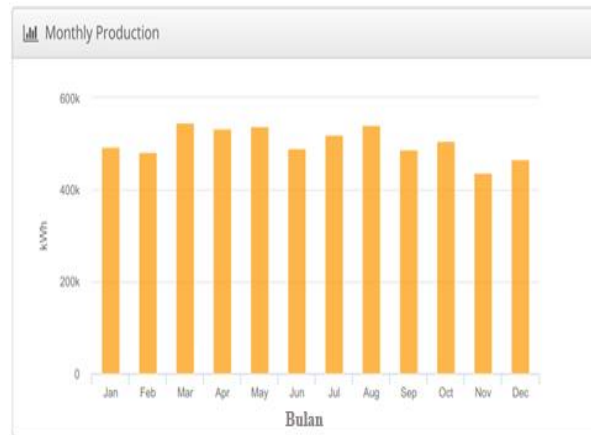
$$\text{Susunan Pararel} = 3,5 \approx 4$$

Total Baterai adalah = Baterai susunan seri x baterai susunan paralel
 = 275 x 4
 = 1.100 Baterai

Pada software helioskop dapat dilakukan rekap energi yang dapat dihasilkan oleh PLTS setiap bulanya dalam kurun waktu satu tahun dengan tampilan grafik perbandingan energi yang dihasilkan dengan bulan berdasarkan Desain Solar panel Regulating Pond PLTA Renun Dengan Helioskop dan kondisi cuaca pada daerah tersebut berdasarkan gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Desain Solar panel Regulating Pond PLTA Renun Dengan Helioskop



Gambar 4 Produksi Energi Bulanan

Kemudian simulasi dari Produksi kWh Menggunakan Simulasi HelioScope dapat dilihat berdasarkan tabel 3 berikut.

Tabel 3. Produksi kWh Menggunakan Simulasi HelioScope

Bulan	Produksi kWh
Januari	429.827
Februari	483.307
Maret	547.314
April	533.935
Mei	538.282
Juni	489.335
Juli	518.819
Agustus	542.273
September	488.328
Oktober	507.852
November	437.419
Desember	467.212
Rata-rata	498.659

SIMPULAN

Jumlah Solar panel yang digunakan dalam PLTS apung pada regulating pound berjumlah 20.441 solar panel model Polycrystalline, daya 300 Wp type Blue Sun Solar Energi BSM270-300P-60 (300W),

daya yang dihasilkan $6.123.300 \text{ Wp} = 6.123,3 \text{ kWp} = 6,12 \text{ MWp}$. Pelampung solar menggunakan type SP-102 Solar main Float II dengan jumlah sama dengan jumlah solar panel yang di pasang yaitu 20.441 Pcs Pelampung dan pelampung berjalan menggunakan type SP-202 Walkway Float horizontal II menggunakan jumlah 2 kali jumlah solar panel yang dipasang dengan total kebutuhan 40.882 Pcs Pelampung. Baterai pada PLTS terdiri dari 275 seri dan 3,5 paralel sehingga jumlah total baterai yang dibutuhkan adalah 1.100 Baterai JYC Baterai Dengan type OPzV3000, dan 9 inverter dengan merk ABB type PVI 500 TL CN dengan daya 560 kW dengan tegangan 360 V.

DAFTAR PUSTAKA

- S. Samsurizal, R. Afrianda, and A. Makkulau, "Optimizing the Potential of Solar Energy PT PJB UP Muara Karang Rooftop Area Using HelioScope," *Elkha*, vol. 14, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.26418/elkha.v14i1.49910.
- T. Haryanto, "Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch," *J. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, 2021, doi: 10.22441/jtm.v10i1.4779.
- A. L. Wardani, A. H. Andriawan, and N. A. Basyarach, "Perbandingan Antara Solar Cell Tipe Monocrystalline Dan Polycrystalline Pada Keadaan Terhalang Untuk Pertimbangan Pemilihan Pembangkit Tenaga Surya," *Pros. Nas. Rekayasa Teknol. Ind. dan Inf. XIV Tahun 2019*, vol. 2019, no. November, pp. 251-256, 2019.
- E. Radwitya, Y. Chandra, P. N. Ketapang, and J. Rangga, "Perencanaan Plts on Grid Dilengkapi Panel Ats Di Laboratorium Teknik Elektro Politeknik Negeri Ketapang," *J. Electr. Power, Instrum. Control. Tek. Elektro-Universitas Pamulang*, vol. 3, no. 1, pp. 52-58, 2020, doi: 10.32493/epic.v3i1.5740.
- Mochamad Iswahyudi and Trisna Wati, "Planning of Solar Power Plants at Surya Market Regional Companies," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 4-8, 2021, doi: 10.21070/pels.v2i0.1147.
- R. W. Sandi, M. Y. Puriza, and W. Sunanda, "UNJUK KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) 26,4 KWP PADA SISTEM SMART MICROGRID UNUD," *ELECTRON J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, 2021.