

Perancangan PLTS Untuk Pemenuhan Listrik Mesin Reverse Osmosis Di Pondok Pesantren Al Gontory Batam

Enta Akhmad Ramadhan ^{1*}, Priswanto ²

¹ Universitas Jenderal Soedirman ; email : enta.ramadhan@unssoed.ac.id

² Universitas Jenderal Soedirman ; email : priswanto@unssoed.ac.id

* Penulis Enta Akhmad Ramadhan

Abstract: This study discusses a 25 kVA Solar Power Plant (PLTS) system that uses solar energy, where a solar photovoltaic system is utilized to meet electricity needs. The background of this research is the need for clean water and drinking water at the location, as well as the difficulty in accessing the electricity network at the site, where the reverse osmosis machine is the solution. The reverse osmosis machines used include both clean water reverse osmosis machines and drinking water reverse osmosis machines, with a total 3-phase electrical load of 22,500 Wh and a 1-phase electrical load of 12,250 Wh, making the total electrical load of the reverse osmosis machines 34,750 Wh. Observations using the PVsyst solar software indicate a potential output of 44,346 kWh/year, with a specific production of 1,516 kWh/kWp/year. This is followed by the requirement of 44 solar cells with solar panel specifications of 500 Wp, and 16 batteries with specifications of 48 V 100 Ah.

Keywords: Solar Energy; Reverse Osmosis; Inverter; Solar Cells; Battery

Abstrak: Penelitian ini membahas Sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) berkapasitas 25 kVA yang menggunakan energi surya dimana sistem *solar photovoltaic* digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik. Latar belakang penelitian ini adalah kebutuhan air bersih dan air minum di lokasi serta susahnya mendapatkan akses jaringan listrik di lokasi tersebut yang dimana disini mesin reverse osmosis adalah solusinya. Mesin reverse osmosis yang digunakan baik mesin reverse osmosis air bersih dan mesin *reverse osmosis* air minum dengan total beban listrik 3 fase 22.500 Wh dan beban listrik 1 fase 12.250 Wh, dimana jumlah total beban listrik mesin reverse osmosis adalah 34.750 Wh. Setelah dilakukan pengamatan menggunakan software solar pvsyst memiliki potensi dengan daya 44.346 kWh/tahun, dengan spesific production = 1.516 kWh/kWp/tahun. Dilanjutkan dengan kebutuhan solar cell berjumlah 44 unit dengan spesifikasi panel surya 500 Wp, baterai berjumlah 16 unit dengan spesifikasi baterai 48 V 100 Ah, dan inverter kapasitas inverter minimal sebesar 16,680 kW atau menyesuaikan ketersediaan inverter sebesar 20-30 kW.

Kata kunci: Energi Surya; Reverse Osmosis ; Inverter; Solar Cell ; Baterai

Diterima: Oktober 20, 2025

Direvisi: Oktober 28, 2025

Diterima: Oktober 29, 2025

Diterbitkan: November 20, 2025

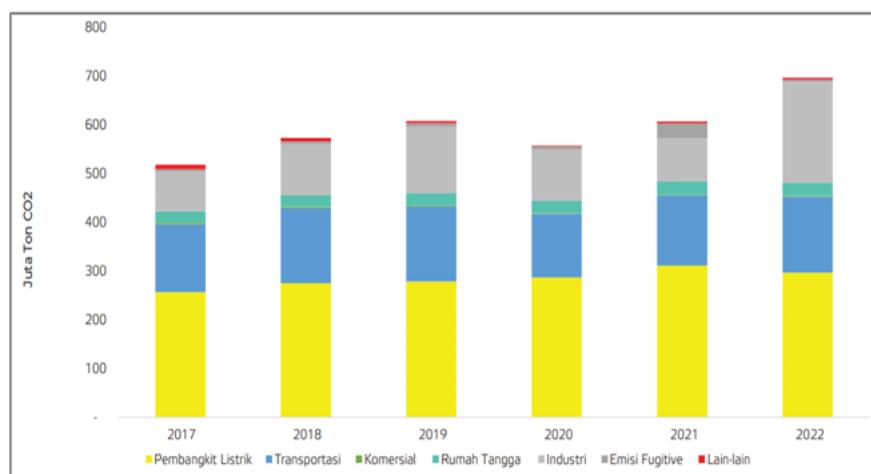
Versi sekarang: November 20, 2025



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diberikan untuk kemungkinan
publikasi akses terbuka
berdasarkan syarat dan ketentuan
lisensi Creative Commons
Attribution (CC BY SA) (
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Meningkatnya pertumbuhan pendudukan dan perkembangan teknologi berdampak pada naiknya kebutuhan energi [1]. Kebutuhan energi dunia berkembang sangat cepat dikarenakan kurangnya sumber daya konvensional. Hal ini menimbulkan tantangan bagaimana dunia dapat memenuhi kebutuhan energi tersebut [2]. Di Indonesia, ketersediaan energi listrik masih belum dapat memenuhi seluruh permintaan pasokan listrik yang dibutuhkan oleh masyarakat [3]. Keterbatasan bahan bakar batu bara yang melanda di dunia mengakibatkan pasokan yang semakin menipis, ini menjadi hal yang perlu ditangani serta dicari solusi. Salah satu sumber energi yang bisa digunakan sumber energi bersih harus segera bisa dimanfaatkan. Setiap perubahan dari energi primer tersebut akan meningkatkan emisi gas karbon dioksida yang memicu rusaknya lingkungan dan perubahan iklim [4].



Gambar 1. Emisi CO₂ Per Sektor 2017-2022

Sumber: Laporan Analisis Neraca Energi Nasional, 2023

Energi bersih dan terjangkau merupakan satu dari tujuh belas tujuan yang diwujudkan dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs). Pemanfaatan energi surya menjadi energi listrik ini sangat potensial untuk membantu memenuhi kebutuhan energi listrik di Indonesia [5]. Energi Baru Terbarukan (EBT) terbentuk dari dua jenis energi yaitu energi baru dan terbarukan. Energi baru dapat didefinisikan sebagai energi yang didapatkan dari hasil teknologi baru. Energi terbarukan merupakan energi yang tersedia melimpah di alam dan dapat diperbarui sehingga dapat digunakan secara berkelanjutan apabila dikelola dengan baik [6].

Ketersediaan air bersih yang sedikit disebabkan oleh kombinasi faktor seperti pertumbuhan populasi, perubahan iklim, polusi air, deforestasi, eksploitasi air tanah berlebihan, dan infrastruktur yang buruk. Hal ini dapat diatasi dengan menjaga kelestarian lingkungan, menghemat penggunaan air, dan memperbaiki infrastruktur serta teknologi pengolahan air. Salah satu cara pengolahan air laut atau air payau yang memiliki kadar garam tinggi menjadi air tawar adalah dengan sistem desalinasi. Menurut Nugroho, tahun 2004, secara garis besar sistem desalinasi bisa dibagi menjadi 2 jenis, yaitu desalinasi thermal dan desalinasi membran. Desalinasi thermal memerlukan energi yang berupa panas buangan dari pembangkit untuk sumber energinya, sedangkan sistem desalinasi membran hanya memerlukan energi listrik untuk menjalankan pompanya [7].

Pemanfaatan PLTS untuk desalinasi telah diteliti oleh Royana, tahun 2020, pada penelitian tersebut memanfaatkan PLTS sebagai sumber energi listrik untuk menjalankan proses desalinasi jenis *reverse osmosis*. Sistem desalinasi yang dirancang pada penelitian tersebut terbagi menjadi 2, yaitu *reverse osmosis* untuk air laut dan *reverse osmosis* untuk air keran guna memenuhi kebutuhan air minum untuk santri di Pulau Batam. Pemanfaatan PLTS untuk sistem pengolahan air bersih jenis *reverse osmosis* sangat cocok diaplikasikan di daerah perbatasan dan terluar, serta dapat diaplikasikan di daerah yang terkena bencana kekeringan untuk memenuhi kebutuhan air dan listrik [8].

Energi surya merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang diperoleh melalui pанcaran sinar matahari. Untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik diperlukan sel surya. Energi surya merupakan sumber energi bebas yang tidak ada habisnya di Bumi. Saat ini, teknologi baru sedang dikembangkan untuk menghasilkan energi surya yang dikumpulkan. Energi surya merupakan energi primer yang memiliki sifat tidak pollutif dan tidak dapat habis. Pada energi surya, matahari merupakan sumber utama yang dapat menjadi sarana yang layak apabila dimanfaatkan untuk menghasilkan energi *photovoltaic*. Energi *photovoltaic* diproduksi dengan bantuan energi matahari dan dikonversikan melalui bantuan panel surya.

Posisi Indonesia yang dilalui garis khatulistiwa mempunyai potensi energi surya yang besar. Energi surya bisa membangkitkan energi listrik melalui proses *photovoltaic* (PV). Sel fotovoltaik/modul surya adalah bahan semikonduktor dalam bentuk silikon yang ditambahkan bahan tertentu. Saat sel surya terkena sinar matahari, atom silikon akan melepaskan elektron

kemudian elektron bergerak membentuk rangkaian listrik untuk menghasilkan energi listrik. Besarnya daya yang dihasilkan PV dipengaruhi oleh intensitas matahari. Intensitas matahari yang rendah menghasilkan daya yang rendah, sedangkan intensitas yang tinggi juga menghasilkan daya yang tinggi [9].

Dalam penelitian ini dirancang PLTS 25 kV *hybrid off grid* di rencanakan sebagai sumber energi listrik untuk *Reverse Osmosis*. Pemilihan penggunaan PLTS *hybrid off grid* dilakukan karena di lokasi kegiatan belum tersedia energi listrik 3 phase yang cukup untuk memenuhi kebutuhan mesin RO.

2. Tinjauan Literatur

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari, yang diubah menjadi listrik melalui panel Photovoltaic. Hal ini menjadikan PLTS sebagai pembangkit energi terbarukan yang termasuk dalam green energy sehingga lebih efisien, efektif, dan andal untuk memenuhi kebutuhan listrik suatu daerah, dan Indonesia merupakan daerah tropis, sehingga PLTS dianggap cocok jika dikembangkan dan diterapkan secara serius di Industri [10]. Reaksi fusi nuklir yang terjadi di dalam inti matahari dapat menghasilkan radiasi yang berbentuk energi surya. Di seluruh wilayah indonesia memiliki sumber energi surya yang berlimpah dengan rata-rata intensitasnya sekitar 4,8 kWh/m² perhari [11].

2.2 Prinsip Kerja Sistem PLTS

Dalam membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya dapat menggunakan tiga tipe skema jaringan antara lain : *on-grid*, *off-grid (stand alone)*, dan *hybrid*.

- Pertama yaitu Skema jaringan *on-grid* adalah skema jaringan dimana jaringan listrik lokalnya (jaringan listrik PLN) dihubungkan dengan pembangkit listrik tenaga surya. Pada skema jaringan on-grid inverter yang berfungsi untuk mengubah listrik DC yang dihasilkan sel surya menjadi listrik AC yang sesuai dengan jaringan lokal dan didukung dengan instrumen lain untuk menstabilkan koneksi jaringan.
- Kedua yaitu Skema dalam jaringan *off grid* yang tidak menghubungkan dengan jaringan lokal, pada skema jaringan ini energi listrik disimpan dalam baterai yang dapat digunakan ketika produksi listrik tidak mencukupi atau bisa juga digunakan pada malam hari. Seperti halnya pada jaringan on-grid, aliran listrik DC pada jaringan inipun bisa diubah menjadi listrik AC agar dapat dimanfaatkan. Skema *off-grid* ini sesuai untuk daerah yang jauh dari jaringan listrik.
- Ketiga yaitu skema jaringan *hybrid* dimana pada skema jaringan ini pembangkit listrik tenaga surya digabungkan dengan teknologi pembangkit listrik yang lain [12].

2.3 Penentuan Potensi

Pada prinsipnya, seluruh wilayah di Indonesia memiliki potensi untuk dibangun PLTS. Namun, untuk memastikan masa operasi PLTS tersebut berkelanjutan dalam jangka panjang, sebaiknya penetapan pembangunan PLTS juga mempertimbangkan antara lain:

Tersedianya lahan sebagai tempat pembangunan PLTS, lahan dapat dibuat diatas tanah maupun diatas atap (*rooftop*) dengan luasan yang memadai.

- Teknologi jika menggunakan teknologi PLTS, diusahakan menggunakan teknologi baterai dengan umur pakai yang lebih panjang sehingga tingkat keberlanjutan pembangkit lebih baik.

3. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian PLTS yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan beban listrik berupa mesin *Reverse Osmosis*. Tujuannya untuk memenuhi kebutuhan energi pada mesin RO, dikarenakan di lokasi kegiatan belum tersedia energi listrik 3 phase yang cukup

untuk memenuhi kebutuhan mesin RO. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan dan perancangan sistem PLTS sehingga dapat mensupply kebutuhan energi listrik secara kontinyu.

3.1. Menentukan Kebutuhan Energi

PLTS *hybrid off grid* direncanakan sebagai sumber energi listrik mesin *Reverse Osmosis*. Pemilihan penggunaan PLTS *hybrid off grid* dilakukan karena itu perlu dilakukan perencanaan dan perancangan sistem PLTS sehingga dapat mensupply kebutuhan energi listrik secara kontinyu. Tabel dibawah merupakan tabel kebutuhan energi listrik pada mesin RO di tunjukkan pada Tabel 1.

3.2. Perhitungan kapasitas panel surya

Berdasarkan Tabel 1., selanjutnya dilakukan perhitungan kapasitas panel surya yang diperlukan, menggunakan rumus pada persamaan berikut:

$$kW_p = \frac{E_o}{PSH \times \eta_{sm}} \times C_f$$

Dimana :

- kW_p = adalah kapasitas total panel surya
- E_o = adalah energi yang diperlukan beban
- PSH = adalah peak sun hour
- η_{sm} = efisiensi sistem
- C_f = faktor koreksi temperatur

3.3. Perhitungan kapasitas panel surya

Baterai digunakan sebagai penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Sehingga ketika panel surya tidak memperoleh energi dari matahari, maka masih terdapat energi listrik yang cukup untuk menjalankan mesin RO. Perhitungan kapasitas baterai menggunakan persamaan berikut.

$$C_b = \frac{E_h \times F}{\eta_b \times DOD \times V_b}$$

Dimana :

- C_b = adalah kapasitas total baterai
- E_h = adalah energi harian yang diperlukan beban
- F = jumlah hari otonom
- DOD = adalah deep of discharge
- η_b = efisiensi baterai
- V_b = tegangan baterai

3.4. Perhitungan kapasitas inverter

Beban yang digunakan pada mesin RO bekerja pada tegangan AC 3 phase dan AC 1 phase. Oleh karena itu perlu dilakukan konversi tegangan DC ke tegangan AC 3 phase, sehingga pada kegiatan ini diperlukan inverter hybrid 3 phase. Perhitungan kapasitas inverter menggunakan persamaan 4.3 berikut:

$$\text{Kapasitas Inverter} \geq P_{\text{load}} + 20\%$$

3.5. Simulasi PLTS

Simulasi perancangan PLTS dilakukan menggunakan software PV syst, untuk mengetahui performance hasil rancangan disesuaikan dengan koordinat lokasi kegiatan penelitian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 . Penentuan Kebutuhan Energi

Dalam menentukan kebutuhan energi perlu dilakukan pengumpulan data kebutuhan listrik RO yang dibutuhkan baik kebutuhan listrik 1 phasa maupun kebutuhan listrik 3 phasa. Ini diperlukan untuk menentukan komponen listrik PLTS yang diperlukan seperti solar cell, inverter, dan baterai untuk memenuhi kebutuhan listrik mesin RO. Tabel berikut di bawah merupakan kebutuhan energi listrik pada mesin RO ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Kebutuhan Energi Listrik (Beban)

Jenis	Jumlah (Unit)	Daya (watt)
Mesin SWRO, 3 Fase	1	9.000
Mesin RO Air Minum, 1 Fase	1	1.200
Pompa Feeder, 1 Fase	1	750
Pompa Intake, 1 Fase	1	2.200
Pompa Distribusi, 1 Fase	1	750

Tabel 2. Perhitungan Jumlah Energi Harian

Jenis	Daya (watt)	Waktu (jam)	Daya Total(W)	Per group(Wh)
Mesin SWRO, 3 fase	9.000	2,5	22.500	22.500 (3 fase)
Mesin RO (air minum)	1.200	2,5	3.000	
Pompa feeder	750	2,5	1.875	
Pompa Intake	2.200	2,5	5.500	
Pompa distribusi	750	2,5	1.875	12.250(1 fase)
Jumlah Daya Total	13.900			
Jumlah Energi Harian				34.750

Kebutuhan daya listrik untuk mesin *Reverse Osmosis* adalah 13.900 Watt dengan penggunaan energi listrik sebesar 34.750 Wh.

4.2. Perhitungan kapasitas panel surya

Di bawah ini merupakan tabel untuk perhitungan kapasitas panel surya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan listrik untuk mesin RO dan mesin RO Air Minum.

Tabel 3. Perhitungan kapasitas panel surya

Energi Harian (Eo)	Peak Sun hour (jam)	Efisiensi sistem	Faktor Koreksi temperatur	Kapasitas PV (W)	Per Group (Wp)	PV 500 Wp	PV Satuan
22.500	9.000	0,6	1,5	14.063	14.000	28	Unit
12.250	1.200	0,6	1,5	7.656	8.000	16	Unit
				22.000	44	Unit	
				Kapasitas V yang ada	44	Unit	

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas panel surya minimal yang diperlukan adalah 22.000 Wp dengan menggunakan PV kapasitas masing-masing 500 Wp sejumlah 44 unit, (Tabel 2). Dengan mempertimbangkan peak sun hour yang tidak pasti serta ketersediaan panel surya, maka dala penggunaan PV yang digunakan adalah masing-masing 665 Wp sejumlah 44 unit sehingga total kapasitas panel surya 29.260 kWp.

4.3. Perhitungan kapasitas baterai

Dibawah ini merupakan tabel mengenai kebutuhan baterai untuk menjaga supply daya tetap terjaga terutama apabila tidak menggunakan energi listrik dari solar cell.

Tabel 4. Perhitungan Kapasitas Baterai

Energi Harian (Eo)	F(hari)	Efisiensi Batterai	DOD b (Volt)	Kapasitas baterai 100 AH	Batterai Hembulatan (AH)	Batterai Satuan
22.500	1,0	0,8	0,6	48,0	976,6	9,8
12.250	1,0	0,8	0,6	48,0	531,7	5,3
				Total kapasitas baterai (Jumlah Baterai Minim	15
					Jumlah Baterai Rekomendasi	16

Perhitungan kapasitas baterai tabel 4, menunjukkan bahwa kebutuhan baterai sebesar $1.508,2 \text{ Ah} \cong 1.600 \text{ Ah}$ dengan menggunakan baterai 48 V 100 Ah sejumlah 16 unit.

4.3. Perhitungan kapasitas inverter

Berikut dibawah ini merupakan perhitungan kapasitas inverter yang dibutuhkan dalam pemasangan PLTS

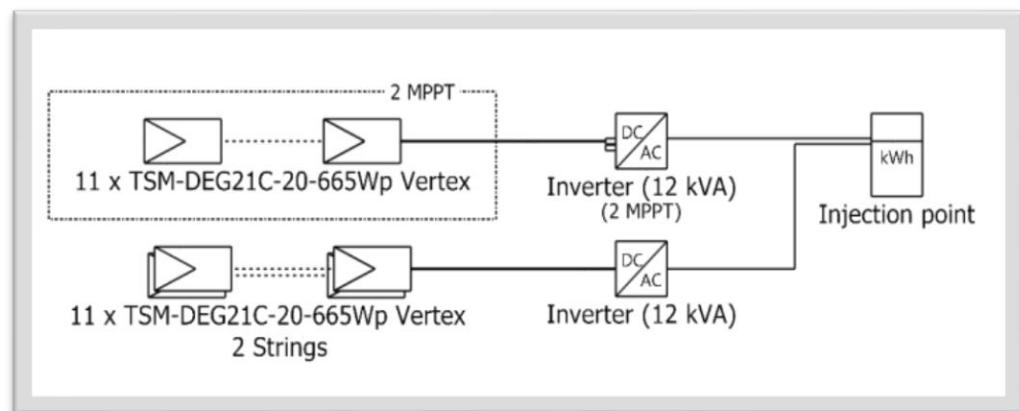
Tabel 5. Perhitungan Kapasitas Inverter

Daya beban total (watt)	Inverter (W)	Keterangan	Inverter (kW)	Keterangan
13.900,0	16.680,0	20 – 30 kW	12-15 kW	2 buah Inverter 12 kW, 3 phase 48 V

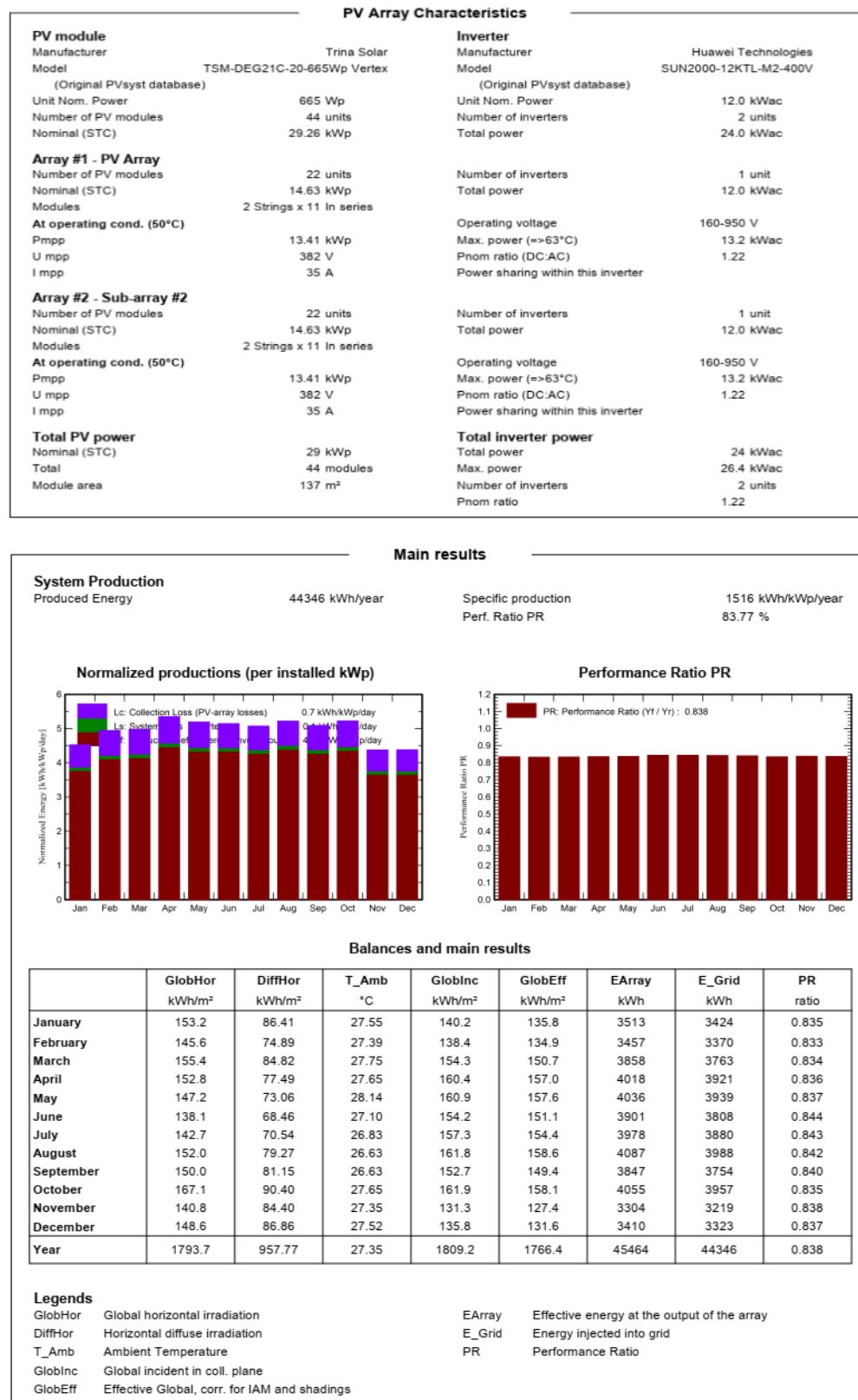
Berdasarkan Tabel 5, kapasitas inverter minimal sebesar 16,680 kW atau menyesuaikan ketersediaan inverter sebesar 20-30 kW. Namun demikian pemilihan kapasitas inverter juga perlu mempertimbangkan kapasitas panel surya yang digunakan (29,260 kWp). Sehingga pada kegiatan ini menggunakan 2 buah inverter 12 kW 3 phase dengan kapasitas pergroup 15 kWp.

4.4. Simulasi PLTS

Simulasi perancangan PLTS dilakukan menggunakan software Pvsyst dimana didapatkan hasil simulasi dan karakteristik PV ditunjukkan pada Gambar 8 dan Gambar 9.

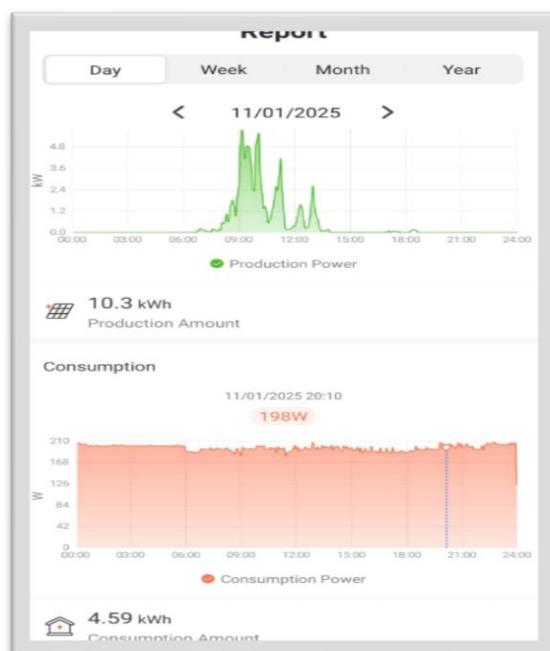


Gambar 2. Sketsa simulasi PLTS dengan 2 buah inverter



Gambar 3. Karakteristik dan produksi energi listrik

Berdasarkan hasil simulasi dengan PV sys, potensi produksi energi listrik di lokasi dengan daya 44.346 kWh/tahun, dengan spesific production = 1.516 kWh/kWp/tahun. Dengan penerapan PLTS kapasitas 29,260 kWp diharapkan dapat mensupply kebutuhan mesin Reverse Osmosis.



Gambar 4. Data logger produksi dan konsumsi energi PLTS



Gambar 5. Panel surya 29.260 kWp

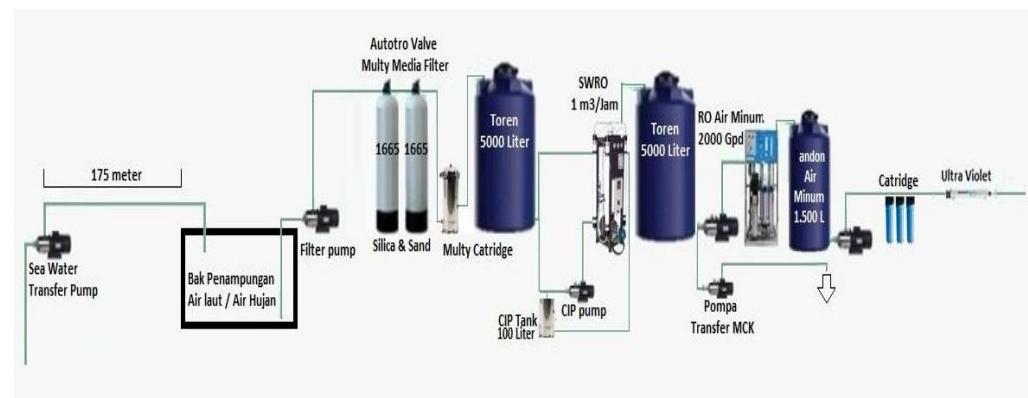


Gambar 6. Panel surya 29.260 kWp



Gambar 7. Panel Inverter dan baterei Lifepo4

Berdasarkan data tersebut, maka kebutuhan air bersih di Lokasi yang ditempati membutuhkan rerata 2500 liter perhari. Dengan perhitungan kebutuhan energi pada mesin RO sebesar 13.900 watt dan kapasitas panel surya 25 kVA dengan kapasitas baterai 76.800 Wh, diperkirakan mampu bekerja selama 2,5 jam dengan 1 hari otonom. Oleh karena itu diperlukan kapasitas mesin RO sebesar 1000 liter/jam. Rancangan mesin RO ditunjukkan pada gambar, berikut.



Gambar 8. Rancangan mesin RO air laut kapasitas 1000 liter/jam



Gambar 9. Panel kontrol mesin SWRO dan RO air minum

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian pada PLTS 25 kVA untuk pembebanan Mesin Reverse Osmosis disimpulkan bahwa :

1. PLTS 25 kVA terpasang telah di uji coba dengan melakukan *charging* dan *discharging*. Proses pengujian PLTS telah dilakukan dan berjalan dengan baik pada proses *charging* maupun *discharging*.
2. Dengan perhitungan kebutuhan energi pada mesin RO sebesar 13.900 watt dan kapasitas panel surya 25 kVA dengan kapasitas baterai sebesar 76.800 Wh, diperkirakan mampu bekerja selama 2,5 jam dengan 1 hari otomotif. Oleh karena itu diperlukan kapasitas mesin RO sebesar 1000 liter per jam.

Referensi

- [1] I. Desti, "Literature Review: Upaya Energi Bersih dan Terjangkau. Jurnal Sains Edukatika Indonesia," *(JSEI)*, vol. 4(1), pp. 8–11, 2022.
- [2] J. Suman, S. K., & Ahamad, "Solar Energy Potential and Future Energy of India: An Overview.,," *Int. J. Eng. Sci. Comput.*, vol. 8(5), pp. 17575–17579., [Online]. Available: <http://ijesc.org/>
- [3] T. Nurjaman, H. B., & Purnama, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga," *J. Edukasi Elektro*, vol. 06(02), pp. 136–142, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/jee.v6i2.51617>
- [4] I. A. D. Kristiawan, H., Kumara, I. N. S., & Giriantari, "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar," *J. SPEKTRUM*, vol. 6(4), pp. 66–70, [Online]. Available: <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2019.v06.i04.p10>
- [5] M. Timotius, H., Simatupang, J. W., Andriani, M., Situmeang, P., Ramos SM, I., & Fauzi, "Analisis Potensi Energi Matahari menjadi Energi Listrik di Indonesia: Proyeksi dan Peramalan Kapasitas Terpasang PLTS dengan Metode Double Exponential Smoothing.,," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 25(2), pp. 183–195, 2023.
- [6] B. Solikah, A. A., & Bramastia, "Systematic Literature Review : Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia.,," *J. Energi Baru Dan Terbarukan*, vol. 5(1), pp. 27–43, 2024.
- [7] A. Nugroho, "Uraian Umum Tentang Teknologi Desalinasi," *J. Pengemb. Energi Nukl.*, vol. 6, 2004.
- [8] I. Royana, "Perancangan Teknologi Energi Surya untuk Mengatasi Kekeringan di Daerah Perbatasan (Studi Kasus di Desa Sulamu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur)," *J. Dialog Penanggulangan Bencana*, vol. 11, pp. 123–127, 2020.
- [9] M. R. S. dan M. P. P. A. Gifson, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Grid di Ecopark Ancol," *TESLA*, vol. 22 no.01, pp. 23–33, 2020.
- [10] A. R. Mulyawan, "Analisa Potensi Energi Matahari Sebagai Sumber Penerangan Jalan Umum di Wonoayu," vol. 9, 2021.
- [11] I. D. S. dan R. H. S. Syahbanna Anhar Aulia, "Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel," vol. 2 No 3, pp. 1–7, 2017.
- [12] P. M. Kencana Bayuaji, Budi Prasetyo, Hanny Berchmans, Imas Agustina and R. R. P. dan W. Raymond Bona, "Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat - Kementerian ESDM Republik Indonesia."".