

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 100 KW PADA GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNISKA MAB BANJARMASIN DENGAN SISTEM ON-GRID

Mardiansyah¹, Irfan², Saiful Karim³

^{1, 2, 3} Teknik Elektro, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari
Banjarmasin,

¹mardhy.mardh@gmail.com ; ²irfan9617@gmail.com ; ³ifulsuperindo@gmail.com

Abstrak - Pembangkit listrik tenaga surya adalah salah satu pembangkit listrik energi terbarukan yang menggunakan energi matahari untuk diubah menjadi energi listrik menggunakan modul fotovoltaik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas modul, baterai, inverter dan besar produksi energi listrik. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan dan simulasi menggunakan perangkat lunak PV syst. Hasil dari penelitian ini adalah kapasitas PV modul sebesar 350 Wp jumlah PV modul yang digunakan adalah sebanyak 286 unit dengan luas area 521 m². Dalam perhitungan membutuhkan kapasitas nominal baterai sebesar 62.500 Ah, dengan kapasitas satuan baterai 3.671 Ah dan tegangan 2 V yang disambungkan secara paralel dan membutuhkan baterai dengan jumlah 18 unit. Sedangkan pada simulasi menggunakan perangkat lunak PV syst membutuhkan kapasitas nominal baterai sebesar 25.697 Ah, dengan kapasitas satuan baterai 3.671 Ah dan tegangan 2 V yang di sambung dengan cara seri sebanyak 6 unit serta dengan cara paralel sebanyak 7 unit, sehingga tegangan pada baterai menjadi 12 V. Besar kapasitas inverter adalah 100 kW dengan jumlah satu unit.

Kata Kunci : PLTS, On Grid, Simulasi, Baterai dan Inverter

Abstract - Solar power plant is a renewable energy power plant that uses solar energy to be converted into electrical energy using photovoltaic modules. This study aims to determine the capacity of modules,

batteries, inverters and the amount of electrical energy production. This study uses calculation and simulation methods using PVsyst software. The result of this research is that the capacity of the PV module is 350 Wp, the number of PV modules used is 286 units with an area of 521 m². The calculation requires a nominal battery capacity of 62,500 Ah, with a battery unit capacity of 3,671 Ah and a voltage of 2 V connected in parallel and requires a battery with a total of 18 units. Whereas in the simulation using the PV syst software, a nominal battery capacity of 25,697 Ah is required, with a battery unit capacity of 3,671 Ah and a voltage of 2 V which is connected by 6 units in series and 7 units in parallel, so that the voltage on the battery becomes 12 V . The inverter capacity is 100 kW for one unit.

Keywords: PLTS, On Grid, Simulation, Batteries and Inverters

I. PENDAHULUAN

Transisi energi adalah salah satu topik utama dalam presidensi G20 Indonesia. Hal ini pasti akan menjadi kesempatan emas bagi Indonesia untuk menunjukkan kepada dunia tentang dukungan terhadap transisi energi, dapat dilihat lewat prototipe serta dukungan finansialnya sehingga dapat diaplikasikan pada sejumlah program sejenis lainnya. Mengacu pada pergeseran

sektor energi global dari penggunaan energi fosil ke sumber energi terbarukan. Advertisement meneruskan catatan Internasional Renewable Agency, transisi energi adalah transformasi energi dari bahan bakar fosil berubah menjadi energi hijau dan ramah lingkungan (Mulachela, 2022).

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid 5500 Watt di Rumah Kost Akademi, oleh Yuan Perdana pada tahun 2018. Hasil dari perencanaan nya adalah pembangkit listrik tenaga surya on grid 5500 W di rumah kost akademi dapat menggunakan 28 PV modul dan mendapatkan daya sebesar 24,62 kWh/hari atau 738,6 kWh/bulan (Perdana et al., 2018).

Analisis Potensi dan Unjuk Kerja Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Menggunakan Software PVsyst 6.43, oleh Muhammad Alvin Ridho pada tahun 2019. Hasil dari penelitian ini adalah pembangkit listrik tenaga surya yang direncanakan dapat menghasilkan energi listrik sebesar 272,8 MWh/tahun dengan menggunakan 390 unit PV modul dengan sudut kemiringan 10 dan yang digunakan untuk keperluan sendiri sebesar 197,67 MWh serta yang disalurkan ke jala-jala PLN sebesar 75,110 MWh setiap tahunnya. Adapun konsumsi energi listrik pada Departemen Teknik Elektro Universitas

Diponegoro adalah sebesar 355,7 MWh/tahun (Ridho et al., 2019).

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) on-grid sebagai tambahan suplai energi pada Gedung baru Fakultas Teknik UNISKA MAB Banjarmasin. Guna memberikan gambaran kemungkinan penggunaan sistem pembangkit listrik on-grid maka perlu dilakukan perhitungan secara manual serta simulasi menggunakan perangkat lunak.

II. METODE PENELITIAN

Rencana Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berkapasitas 100 kW dengan sistem on-grid dilaksanakan di Jalan Trans Kalimantan Handil Bakti Kabupaten Barito Kuala Provinsi Kalimantan Selatan.

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahapan yang paling pertama dilakukan untuk penyusunan penelitian ini adalah mencari fakta-fakta pendukung seperti buku dan penelitian terdahulu yang terkait dengan permasalahan yang akan diangkat.

2. Rencana PLTS sistem *On Grid*

Untuk merencanakan PLTS sistem on grid penulis akan menghitung dan melakukan simulasi pada perangkat lunak PVsyst. Berikut tahapan perencanaan pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 100 kW dengan sistem on grid :

a. Perencanaan Manual

Pertama, menentukan spesifikasi PV modul dan menghitung jumlah PV modul yang akan digunakan dengan persamaan berikut :

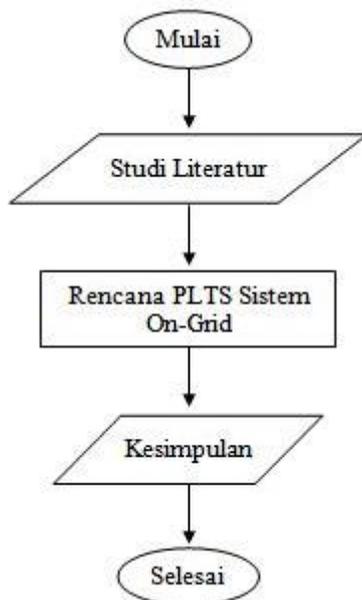
$$P_s = P_{total} / P_{max}$$

Dimana :

P_s : Jumlah PV modul (unit)

P_{total} : Kapasitas Pembangkit (W)

P_{max} : Nominal Output PV modul (W)



Gambar 2. Flowchart Tahapan Penelitian

Kedua, menentukan kapasitas inverter dengan menggunakan persamaan berikut :

Kapasitas inverter \approx Kebutuhan daya

Ketiga, menentukan kapasitas baterai dan jumlah baterai dengan menggunakan persamaan berikut :

$$C_{batt} = \frac{E_R}{V_{batt} \cdot DoD}$$

Dimana:

C_{batt} = Kapasitas baterai (Ah)

E_R = Jumlah kebutuhan daya (W)

V_{batt} = Tegangan baterai (V)

DoD = Deep of discharge (%)

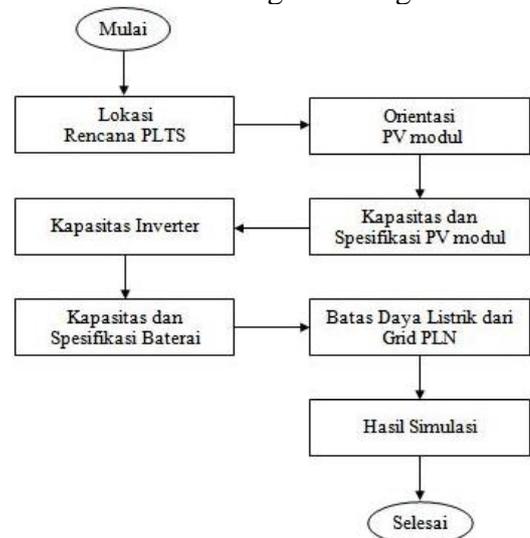
$$N_{batt} \approx \frac{C_{batt}}{C_{ref}}$$

Dimana:

N_{batt} = Jumlah baterai

C_{ref} = Referensi kapasitas baterai (Ah)

b. Perencanaan dengan Perangkat Lunak



Gambar 3. Flowchart Perencanaan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 100 kW dengan sistem on grid ini akan dilakukan dengan dua cara yaitu menghitung kebutuhan pembangkit dengan cara manual dan menggunakan perangkat lunak.

a. Hasil Perencanaan Manual

Berikut adalah perencanaan pembangkit listrik tenaga surya on grid secara manual :

1. Panel Surya / PV Modul

Perencanaan ini penulis akan menggunakan spesifikasi PV modul 350 seperti berikut :

Tabel 1. Spesifikasi PV module 350 Wp

Spesifikasi	Ket
Nominal Output (Pmax)	350 W
Nominal Voltage (Vmpp)	33,60 V
Nominal Current (Impp)	10,42 A
Short Circuit Current (Isc)	11,15 A
Open Circuit Current (Voc)	40,10 V
Max. System Voltage	1500 V
Efficiency	19,25 %
Dimension	1755 x 1038 x 35 mm
Weight	19,5 kg

Sumber : PVsyst 7.2.11

Rencana daya pada pembangkit listrik tenaga surya ini adalah sebesar 100 kW oleh karena itu untuk mengetahui kebutuhan PV modul dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P_s = P_{total} / P_{max}$$

$$P_s = 100.000 \text{ W} / 350 \text{ W}$$

$$P_s = 285,71 \text{ unit} \quad 286 \text{ unit}$$

Dengan perhitungan diatas dapat terlihat bahwa jumlah PV modul yang di rencanakan adalah sebanyak 286 unit, dengan kapasitas PV modul sebesar 350 Wp. PV modul 350 Wp memiliki dimensi luas 1755 mm x 1038 mm per satu unit PV modul. Maka dari itu Luas lahan yang akan digunakan untuk meletakkan panel surya adalah seluas 521 m².

2. Inverter

$$\text{Kapasitas inverter} \approx 100.000 \text{ W}$$

Dari perhitungan diatas pada perencanaan ini penulis akan menggunakan inverter dengan daya 100 kW dimana daya tersebut sama dengan kapasitas pembangkit yang direncanakan.

3. Baterai

Setelah mengetahui jumlah PV modul selanjutnya akan dihitung besar kapasitas dan jumlah baterai untuk memenuhi kebutuhan penyimpanan daya listrik pada pembangkit listrik tenaga surya yang direncanakan.

Untuk menghitung kapasitas baterai untuk di gunakan sebagai penyimpanan energi pada pembangkit listrik tenaga surya dapat menggunakan persamaan berikut :

$$C_{batt} = \frac{100.000 \text{ W}}{2 \text{ V} \cdot 80 \%} = 62.500 \text{ Ah}$$

Setelah kapasitas baterai diketahui, selanjutnya akan dihitung jumlah baterai menggunakan referensi baterai dengan tegangan 2V berkapasitas 3.671 Ah, untuk menghitung jumlah baterai dapat menggunakan persamaan berikut:

$$N_{batt} \approx \frac{62.500 \text{ Ah}}{3.671 \text{ Ah}} \approx 17,03 = 18 \text{ unit}$$

Dengan perhitungan diatas dapat terlihat bahwa jumlah baterai yang di rencanakan adalah sebanyak 18unit.

4. Power Output yang Dihasilkan

Setelah menetapkan komponen, selanjutnya akan dihitung besarnya power output yang dihasilkan oleh pembangkit

listrik tenaga surya yang direncanakan dengan menggunakan data iradiasi matahari rata-rata sebesar 4,735 kWh/m²/day yang dikutip dari Global Solar Atlas pada koordinat -03.267773°,114.594381°, untuk mengetahui perkiraan daya output PV modul perharinya dapat menggunakan persamaan berikut:

$$P_c = \text{Luas satuan PV} \times \text{Jumlah PV} \times \text{iradiasi rata-rata} \times \text{efisiensi}$$

$$P_c = 1,82 \text{ m}^2 \times 286 \text{ unit} \times 4,735 \text{ kWh/m}^2/\text{day} \times 19,25 \%$$

$$P_c = 474,89 \text{ kWh/day}$$

Dengan perhitungan diatas dapat diketahui perkiraan besar daya output perhari pada pembangkit yang direncanakan yaitu sebesar 474,89 kWh/day, dalam satu bulan (30 hari) adalah sebesar 14.246,64 kWh/month, dan dalam satu tahun (12 bulan) dapat menghasilkan daya sebesar 170.959,69 kWh/year dengan kata lain pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas 100 kW pada gedung Fakultas Teknik Uniska Mab Banjarmasin dengan sistem on grid dapat menghasilkan energi listrik sebesar 170,96 MWh pertahunnya.

b. Hasil Simulasi Perencanaan dengan Perangkat Lunak

Untuk mengetahui keefektifan perencanaan pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 100 kW dengan sistem on grid yang direncanakan maka akan dilakukan dua kali simulasi, dimana yang pertama adalah mensimulasikan

pembangkit dengan menggunakan baterai dan yang kedua mensimulasikan pembangkit tanpa menggunakan baterai.

1. Simulasi Pertama Menggunakan Baterai

Berdasarkan pada lokasi penelitian dan komponen yang digunakan dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga surya on grid dengan kapasitas 100 kW yang menggunakan baterai ini didapatkan hasil simulasi, dimana produksi sistem dapat menghasilkan energi sebesar 147,5 MWh/tahun dengan jumlah baterai sebanyak 42 units yang dirangkai secara seri sebanyak 6 unit lalu serta dirangkai secara paralel sebanyak 7 unit.

Tabel 2. Hasil Simulasi Pertama

Bln	GlobHor kWh/m ²	GlobInc kWh/m ²	EArray MWh	E_Solar MWh	EFrGrid MWh	E_User MWh
Jan	138,0	105,2	9,06	8,19	9,167	17,36
Feb	132,4	109,5	9,51	8,55	7,133	15,68
Mar	152,5	139,4	12,03	10,79	6,572	17,36
Apr	154,2	156,8	13,48	12,11	4,686	16,80
Mei	158,7	179,9	15,54	13,90	3,463	17,36
Jun	149,4	177,5	15,35	13,82	2,982	16,80
Jul	160,3	186,1	16,11	14,46	2,899	17,36
Agu	174,8	188,4	16,22	14,66	2,698	17,36
Sep	172,8	166,5	14,29	12,91	3,895	16,80
Okt	169,0	144,2	12,39	11,10	6,263	17,36
Nov	147,6	113,2	9,74	8,68	8,123	16,80
Des	140,7	103,7	8,96	7,95	9,413	17,36
Tahun	1850,4	1770,2	152,67	137,11	67,293	204,40

Sumber : PVsyst 7.2.11

Keterangan :

- GlobHor : radiasi matahari
- EArray : energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik
- E_Solar : energi listrik dari pembangkit yang dapat digunakan langsung
- EFrGrid : energi listrik yang diambil dari grid PLN
- E_User : total energi yang digunakan

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya pada

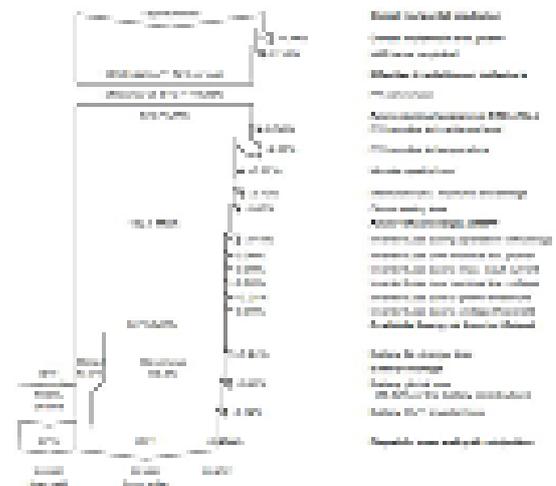
gedung Fakultas Teknik Uniska Mab Banjarmasin sebelum di konversi oleh inverter dan baterai adalah sebesar 152,67 MWh/tahun. Setelah proses konversi dari inverter energi listrik yang dihasilkan berkurang hingga menjadi 147,5 MWh/tahun.

Dari energi listrik yang dihasilkan sebesar 147,5 MWh/tahun digunakan secara langsung dan digunakan untuk mengisi daya baterai, dengan adanya konversi dalam pengisian dan penggunaan baterai maka dari itu energi listrik yang tersisa untuk digunakan sebagai catu daya beban hanya sebesar 137,11 MWh/tahun.

Oleh karena hal diatas, untuk memenuhi catu daya beban pada gedung Fakultas Teknik Uniska Mab Banjarmasin yang besarnya 204,40 MWh/tahun, perlu menerima energi listrik dari PLN (grid) sebesar 67,29 MWh/tahun.

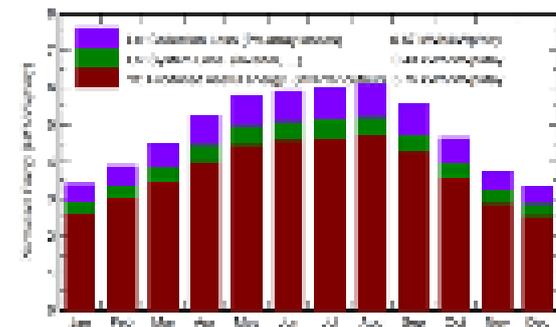
Adapun loss diagram atau diagram kerugian pada sistem pembangkit listrik tenaga surya on grid pada gedung Fakultas Teknik Uniska Mab Banjarmasin dapat dilihat pada gambar 3.1 dari jumlah produksi energi listrik sebesar 147,5 MWh dibagi untuk digunakan langsung sebesar 82,3% dan baterai sebesar 17,7% sehingga energi listrik yang digunakan dari pembangkit hanya sebesar 137,1 MWh. Hal tersebut diakibatkan oleh adanya kerugian dari pengisian daya baterai sampai pada saat

baterai digunakan serta kerugian yg terjadi pada baterai.



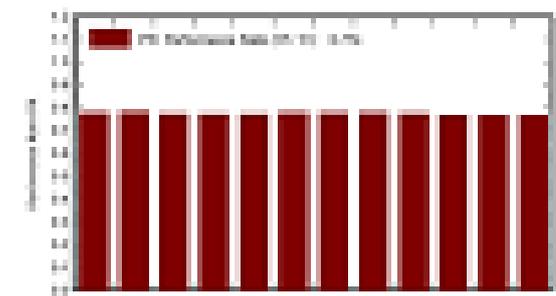
Sumber : PVsyst 7.2.11

Gambar 4. Diagram Kerugian Simulasi Pertama



Sumber : PVsyst 7.2.11

Gambar 5. Grafik Produksi Energi Listrik pada Kondisi Normal Simulasi Pertama

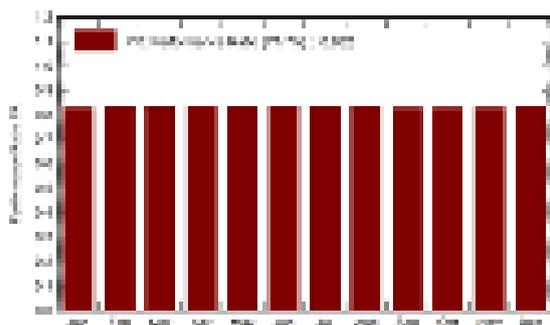


Sumber : PVsyst 7.2.11

Gambar 6. Grafik Rasio Kinerja Simulasi Pertama

2. Simulasi Kedua Tanpa Baterai

Berdasarkan pada lokasi penelitian dan komponen yang digunakan dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga



Sumber : PVsyst 7.2.11

Gambar 9. Grafik Rasio Kinerja Simulasi Kedua

3. Perbandingan Simulasi Pertama dan Kedua

Dari hasil simulasi diatas simulasi kedua lebih menguntungkan dari pada simulasi pertama berikut tabel perbandingan simulasi pertama dan kedua :

Tabel 4. Perbandingan Simulasi

Simulasi Pertama	Simulasi Kedua
Jumlah kerugian lebih besar dari simulasi kedua	Jumlah kerugian lebih sedikit dari simulasi pertama
Penggunaan energi listrik dari grid PLN lebih besar dari simulasi kedua	Penggunaan energi listrik lebih sedikit dari simulasi pertama
Rasio kinerja 77,38%	Rasio kinerja 83,21%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan maka akan ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan kapasitas PV modul sebesar 350 Wp jumlah PV modul yang digunakan adalah sebanyak 286 unit dengan luas area 521 m².
2. Dengan perhitungan manual membutuhkan kapasitas nominal baterai sebesar 62.500 Ah, dengan kapasitas satuan baterai 3.671 Ah dan tegangan 2 V yang disambungkan

secara paralel membutuhkan baterai dengan jumlah 18 unit, sedangkan pada simulasi menggunakan perangkat lunak PV syst membutuhkan kapasitas nominal baterai sebesar 25.697 Ah, dengan kapasitas satuan baterai 3.671 Ah dan tegangan 2 V yang di sambung dengan cara seri sebanyak 6 unit serta dengan cara paralel sebanyak 7 unit sehingga tegangan pada baterai menjadi 12 V.

3. Besar kapasitas inverter adalah 100 kW dengan jumlah satu unit.
4. Jumlah produksi energi listrik pada perhitungan manual adalah sebesar 170,96 MWh/tahun, sedangkan simulasi dan perhitungan sistem pada perangkat lunak PV syst jumlah produksi energi listrik sebesar 147,5 MWh/tahun.

Saran

Disarankan untuk peneliti selanjutnya agar pada saat melakukan perencanaan pembangkit listrik tenaga surya on grid agar lebih memperhatikan selisih antara kebutuhan daya bangunan dengan daya yang akan dibangkitkan serta mempertimbangkan untuk tidak menggunakan baterai dalam merencanakan pembangkit listrik tenaga surya on grid karena hanya akan memperbanyak angka kerugian energi listrik yang disebabkan oleh konversi arus, namun pada pembangkit

listrik tenaga surya on grid yang tidak menggunakan baterai lebih banyak mengkonsumsi energi dari PLN karena tidak memiliki penyimpanan energi.

V. DAFTAR PUSTAKA

Mulachela H. (2022). Transisi Energi : Pengertian, Manfaat, dan Teknologinya

<http://universitaspertamina.ac.id/berita/detail/transisi-energi-pengertian-manfaat-dan-teknologinya>

Mu, R., Nugroho, P., & Multa Putranto, L. (2018). *Design of SCADA based solar power plant for clean water irrigation system in remote areas. In International Journal of Engineering & Technology.*

www.sciencepubco.com/index.php/IJET

Perdana, Y., Wardiah, I., Yohanes, E., Negeri Banjarmasin, P., Id, Y. P. A., & Id, I. A. (2018). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Ongrid 5500 Watt Di Rumah Kost Akademi. *Prosiding SNRT (Seminar Nasional Riset Terapan) Politeknik*, 5662(November), 1–8.

Ridho, M. A., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). Analisis Potensi Dan Unjuk Kerja Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro Menggunakan Software Pvsyst 6.43. *Transient*, 7(4), 883. <https://doi.org/10.14710/transient.7.4.883-890>