

PERENCANAAN PLTS OFF GRID UNTUK PENERANGAN TPA SAMPAH DESA WAIJARANG DI KABUPATEN LEMBATA NTT

¹Muhammad Misbah Fadirubun, ² Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ³ Alfarid Hendro Yuwono
Teknik Elektro S-1, ITN Malang, Indonesia

¹⁻ misbahfadir73@gmail.com, ² iriine@lecturer.itn.ac.id, ³ alfaridhendroyuwono@lecturer.itn.ac.id

Abstract— Daya ang dihasilkan pembangkit listrik yang jauh dari pusat beban disalurkan ke pusat beban melalui jaringan transmisi dan distribusi. Distribusi jarak jauh ini akan mengakibatkan rugi-rugi daya dan penurunan profil tegangan. Ada beberapa cara untuk memperbaiki profil tegangan dan mengurangi rugi-rugi daya, seperti dengan memasang FACTS atau dengan mengintegrasikan Energi Terbarukan. Penelitian ini membahas tentang pemasangan PLTS dengan metode algoritma penyerbukan bunga untuk mengurangi rugi-rugi daya dan memperbaiki profil tegangan. Metode algoritma penyerbukan bunga merupakan metode optimasi yang terinspirasi dari penyerbukan pada tanaman berbunga. Untuk mengurangi rugi-rugi daya dan meningkatkan profil tegangan, maka perlu dilakukan integrasi PLTS dengan metode algoritma penyerbukan bunga pada sistem distribusi Ampenan menggunakan penyulang Mataram. Dari hasil simulasi setelah dilakukan pemasangan PLTS berkapasitas 0,673 MW, 1,374 MW, 2,077 MW pada sistem distribusi Ampenan pada bus MM 057, MM 029, MM 009 mampu menurunkan rugi-rugi daya aktif dari 125,26 kW menjadi 33,33 kW dan meningkat. tegangan dari nilai terendahnya. 0,9477 pu hingga 0,9843 pu..

Kata Kunci : Integrasi, PLTS, rugi-rugi daya, profil tegangan

I. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Umumnya pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis menurut konfigurasinya, yaitu PLTS yang terhubung dengan jaringan listrik (on grid) dan PLTS yang berdiri sendiri yaitu *off grid* [1] Sistem PLTS terinterkoneksi (On-Grid) atau yang disebut dengan Grid Connected PV System adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik. Dan sesuai dengan namanya, maka sistem ini akan dihubungkan dengan jaringan PLN dengan mengoptimalkan atau memanfaatkan energi matahari melalui modul surya atau (PV) photovoltaic.[2]Sistem PLTS terpusat *Off-Grid* merupakan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan PLN atau dengan kata lain satu-satunya sumber pembangkitnya yang hanya menggunakan radiasi matahari dengan bantuan panel surya atau photovoltaic untuk menghasilkan energi listrik, PLTS *Off-Grid* sendiri memiliki beberapa komponen utama yang

terdiri dari *panel surya, inverter, solar charge controller, baterai* yang dapat beroperasi mandiri untuk memasok beban DC atau AC karena PLTS *Off-Grid* ini memiliki penyimpanan sendiri melalui batrai, yang aliran listriknya biasanya di gunakan walaupun listrik dari PLN sedang gangguan atau mati. Namum demikian jenis PLTS *Off-Grid* ini sangat tergantung dari ketersediaan radiasi matahari dalam mencharging baterai. Pada saat radiasi matahari tidak tersedia, arus charging baterai akan berhenti, dan beban akan disuplai dari sisa energi listrik yang tersimpan pada baterai. Beban akan terputus pada saat sisa kapasitas baterai yang dapat digunakan habis.

Energi baru terbarukan memiliki potensi untuk dapat memenuhi kebutuhan energi di masa depan karena bersifat berkelanjutan, bersih, dan hemat biaya.[3] Sumber energi dikatakan sebagai sumber energi baru terbarukan jika sumber tersebut tidak pernah habis. Sumber energi ini dapat juga dikatakan sebagai sumber energi alternatif karena dapat digunakan dalam jangka panjang dan sebagai pengganti energi konvensional.[4] Diantara banyaknya sumber energi alternatif, energi matahari merupakan salah satu bentuk langsung dari energi baru terbarukan.

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya memiliki keunggulan dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya, yaitu tidak menimbulkan pencemaran lingkungan, sehingga Pembangkit Listrik Tenaga Surya menjadi solusi yang cocok untuk membuat energi listrik di sektor rumah tinggal. Salah satu sistem yang digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang cukup populer adalah sistem *off-grid*, dimana sistem pembangkit listrik tersebut tidak terkoneksi dengan jaringan PLN, sehingga dibutuhkan baterai (aki) untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya.[5] Penggunaan aki memiliki aturan agar penggunaannya dapat berlangsung dalam waktu yang lama yaitu *Dept of Discharge* (DoD) nya tidak boleh tinggi, sehingga dibutuhkan modul tambahan agar melakukan proteksi otomatis. Modul tersebut adalah *Low Voltage Disconnect* (LVD).[6]

Berdasarkan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penulis melakukan penelitian tentang potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Off-Grid* pada TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sampah waijarang. Penelitian dilakukan agar dapat membantu penerangan yang ada di

tempat pembuangan akhir tersebut dan untuk bisa membantu masyarakat yang berada di desa waijarang kabupaten lembata.

B. Rumusan Masalah

Yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana tahap-tahapan dalam perancangan dalam system kelistrikan PLTS OFF GRID dengan kapasitas 1000 atau 1 KW di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sampah di desa waijarang, kecamatan Nubatukan, Kab lembata, NTT (Nusa Tenggara Timur).

1. Bagaimana cara merancang sistem PLTS *off-grid* sesuai profil beban?
2. Bagaimana cara memproteksi baterai supaya tidak mengalami kerusakan dan tetap awet dalam jangka waktu yang Panjang sewaktu?

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang system kelistrikan PLTS Off Grid dengan kapasitas 1000 Watt di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sampah di desa waijarang, kecamatan Nubatukan, Kab lembata, NTT (Nusa Tenggara Timur). Agar dapat mengatasi permasalahan kelistrikan yang terjadi di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) waijarang.

II. LANDASAN TEORI

A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan *photovoltaic* dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. *photovoltaic* mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik.[7] Pemusatan energi surya menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari ke satu titik untuk menggerakkan mesin kalor.

Sel surya atau sel fotovoltaiik adalah alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Dibuat pertama kali pada tahun 1880 oleh Charles Fritts.

Pembangkit listrik tenaga surya tipe fotovoltaiik adalah pembangkit listrik yang menggunakan perbedaan tegangan akibat efek fotoelektrik untuk menghasilkan listrik. Solar panel terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel P di bagian atas, lapisan pembatas di tengah, dan lapisan panel N di bagian bawah. Efek fotoelektrik adalah di mana sinar matahari menyebabkan elektron di lapisan panel P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan proton mengalir ke lapisan panel N di bagian bawah dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.[9]

PLTS Off Grid memiliki komponen utama yang terdiri dari panel surya, inverter, solar charge controller, ada ada beberapa komponen yang di tambahkan dalam mengerjakan alat kelistrikan ini.

PLTS *Off-Grid* memiliki komponen utama yang terdiri dari panel surya, *inverter*, *solar charge controller*, dan baterai. Sistem PLTS berdasarkan lokasi pemasangannya dibagi

menjadi 2 jenis yaitu sistem pola terpusat (*centralized PV plant*) dan sistem pola tersebar (*distributed PV plant*). Sedangkan berdasarkan konfigurasi, PLTS dibagi menjadi 2 jenis yaitu sistem tidak terhubung jaringan (*Off-Grid PV plant*) atau disebut juga dengan *stand-alone PV plant* dan sistem PLTS terhubung jaringan (*grid-connected* atau *on-grid PV plant*). Apabila dalam pengaplikasiannya PLTS digabung dengan jenis pembangkit listrik lain maka disebut dengan sistem *hybrid*. [10]

Panel Surya

Pada Gambar 1 adalah kumpulan sel surya yang ditata sedemikian rupa agar efektif dalam menyerap sinar matahari. Sedangkan yang bertugas menyerap sinar matahari adalah sel surya. Sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen *photovoltaic* atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Umumnya sel surya terdiri dari lapisan silikon yang bersifat semikonduktor, metal, anti reflektif, dan strip konduktor metal.



Gambar 1 Panel Surya

B. Baterai

Pada Gambar 2 Akumulator atau aki (bahasa Inggris: accumulator atau accu) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik dalam bentuk energi kimia). Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau accu) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll.



Gambar 2 Baterai

C. Inverter

Pada Gambar 3 adalah Rangkaian elektronika yang mengubah arus AC diproses ke DC dan dikeluarkan lagi ke AC untuk menggerakkan sebuah elektro motor. Inverter termasuk dalam Metode Starting Motor yang paling baru

dengan teknologi yang mendukung. Pengertian Inverter diatas untuk dunia industri yang biasa kita sebut Variable Speed Drive, dengan adanya alat ini. variable speed drive merupakan sebuah alat pengatur kecepatan motor dengan mengubah nilai frekuensi dan tegangan yang masuk ke motor.



Gambar 3 Inverter

D. MCB MPPT

Pada Gambar 4 adalah MPPT (Maximum Power Point Tracking) algoritma yang termasuk dalam pengontrol daya yang digunakan untuk mengekstraksi daya maksimum yang tersedia dari modul PV dalam kondisi tertentu. MPPT adalah konverter DC ke DC yang beroperasi dengan mengambil input DC dari modul PV, mengubahnya ke AC dan mengubahnya kembali ke tegangan dan arus DC yang berbeda untuk secara tepat mencocokkan modul PV ke baterai . Tegangan di mana modul PV dapat menghasilkan daya maksimum disebut titik daya maksimum (atau tegangan daya puncak). Daya maksimum bervariasi dengan radiasi matahari, suhu lingkungan, dan suhu sel surya. Modul PV menghasilkan daya dengan tegangan daya maksimum sekitar 17 V bila diukur pada suhu sel 25°C, dapat turun hingga sekitar 15 V pada hari yang diukur pada suhu sel 25°C, dapat turun hingga sekitar 15 V pada cuaca terik dan juga dapat naik hingga 18 V pada hari yang sangat dingin [4][6][7]. Perbandingan SCC PWM dan MPPT dapat dilihat pada.



Gambar 4 SCC MPPT

E. MCB

Pada Gambar 5 adalah Pemutus daya atau pemutus tenaga adalah pemutus rangkaian listrik yang khusus memutuskan arus listrik pada tegangan kerja atau arus hubung singkat. Prinsip kerjanya adalah menutup dan membuka kontak yang menghubungkan arus listrik. Biasanya MCB digunakan untuk membatasi arus sekaligus pengamanan dalam suatu instalasi listrik. MCB berfungsi sebagai pengaman hubung singkat (konsleting) dan juga berfungsi sebagai pengaman beban lebih. MCB akan secara otomatis dengan segera memutuskan arus apabila arus yang melewatinya melebihi dari arus nominal yang telah ditentukan pada MCB tersebut.

Arus nominal yang terdapat pada MCB adalah 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A dan lain sebagainya.



Gambar 5 MCB

F. Kabel Nyaf

Pada Gambar 6 Adalah jenis kabel fleksibel yang mempunyai inti atau penghantar tembaga serabut dengan selubung PVC. Tegangan nominal antara 450/750 V. Digunakan untuk instalasi permanen dalam pipa penghantar yang dipilester Kabel NYAF digunakan untuk instalasi panel-panel yang memerlukan fleksibilitas yang tinggi.



Gambar 6 Kabel Nyaf

G. OCD

Pada Gambar 7 adalah HW-633 DC 6V-60V Modul pengisi tegangan daya tegangn over-discharge papan perlindungan baterai lithium saklar perlindungan over-discharge baterai digital dirancang khusus untuk baterai lithium dan timbal asam 12-36V.

Ini adalah modul perlindungan tegangan rendah yang dilengkapi dengan tombol tekan sesaat on-board untuk mengatur parameter pemutusan tegangan rendah, ketika tegangan baterai mencapai nilai pengaturan, modul akan memutuskan beban secara otomatis untuk menghindari baterai dari pengosongan berlebih ke memperpanjang masa pakai baterai.



Gambar 7 Over-discharge

H. LVD

Pada Gambar 8 adalah Yang dimaksudkan dngan LVD (Low Voltage Disconnect) atau UNC (under-voltage cut-off pada sirkuit pengatur level tegangan dimana beban diputuskan dari baterai ketika tegangan turun dibawa level yang telah ditentukan. LVD menentukan DoD (depth of discharge) maksimum aktual dan kapasitas baterai yang tersedia. Tujuan utama LVD adalah untuk mencegah kerusakan pada baterai yang terhubung dengan peralatan (beban) listrik yang disebabkan oleh pengosongan yang berlebihan. Jadi pengaturan titik bebas (set-point) LVD yang tepat akan menjaga kesehatan baterai yang baik sekaligus memberikan kapasitas baterai maksimum yang tersedia ke system. Fungsi dari LVD/UFC ini biasanya digunakan dalam system kelistrikan bertegangan baterai atau system cadangan baterai. Fungsinya LVD untuk mencegah pengosongan baterai yang dalam akibat pemakaian daya listrik yang berlebihan yang dapat mengurangi masa pakai baterai. Fitur penting dari LVD pemutus voltgae baterai secara otomatis, yang membantu mengidentifikasi.

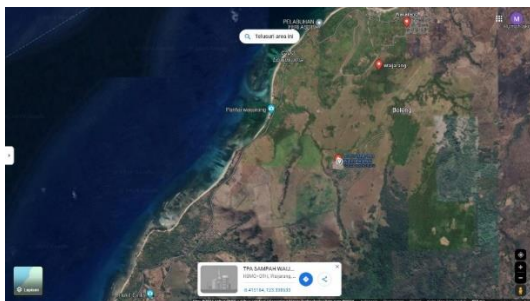


Gambar 8. Low Voltage Directuve

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi penelitian

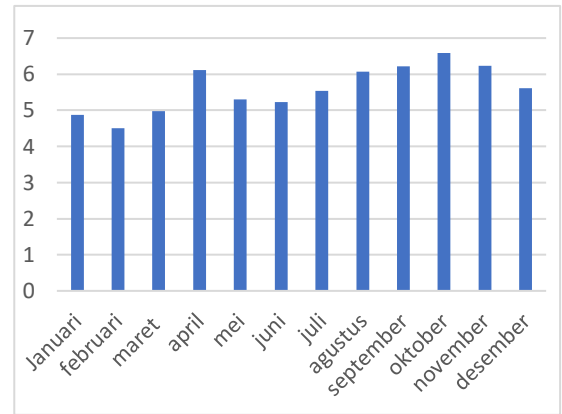
Pada gambar 9 penelitian ini, lokasi pengambilan data diambil di TPA (Tempat pembuangan akhir) sampah di desa waijarang, kecamatan Nubatukan, Kab lembata, NTT (Nusa Tenggara Timur).



Gambar 9 Lokasi TPA (Tempat Pembuangan Akhir)

B. Potensi Radiasi Matahari

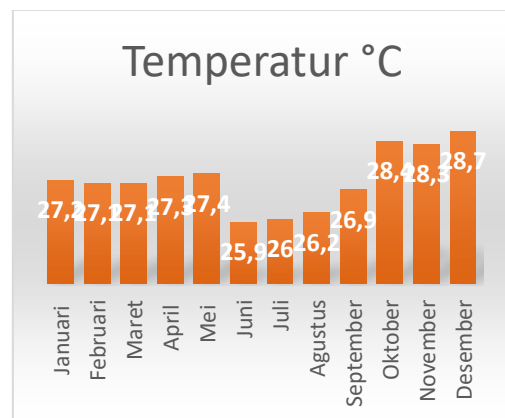
Pada Gambar 10 Nilai rata-rata global radiasi matahari di permukaan bumi diwakili oleh data indeks radiasi matahari, yang memiliki satuan kWh/m² setiap hari sepanjang tahun. Sumber yang diperoleh berasalkan dari database software PVSyst.



Gambar 10 Garafik Radiasi Matahari

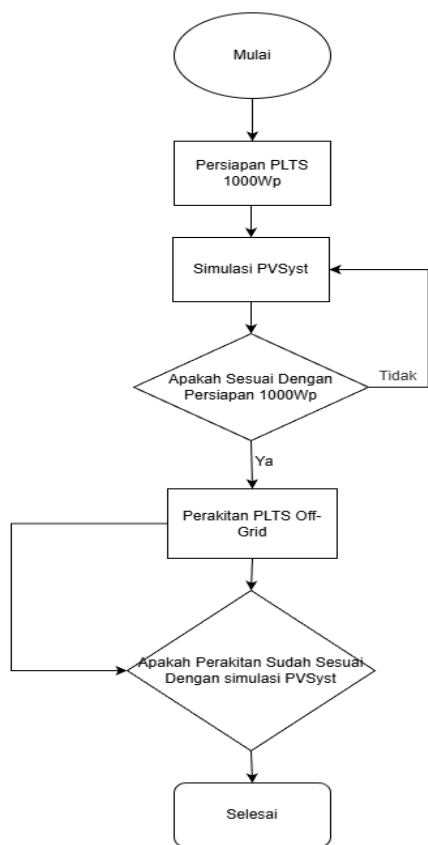
C. Temperatur Suhu

Pada Gambar 11 Temperature merupakan salah satu yang mempengaruhi umur serta efisiensi sebuah panel surya. Temperatur rata-rata di Kota Banjarbaru dinyatakan dalam derajat Celcius dalam kurun waktu satu tahun. Sumber data temperature Kota Banjarbaru diperoleh dengan bantuan software PVSyst yang terintergrasi langsung dengan beberapa sumber meteorologi.



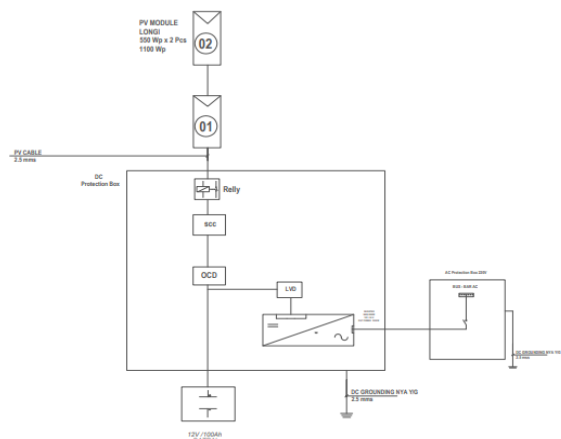
Gambar 11. Temperatur suhu Desa Waijarang

D. Flowchart



Gambar 12 Flowchart

C. Single line Diagram



Gambar 13 Single Line Diagram

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

F. Data Kebutuhan Beban TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Waijarang
Data kebutuhan beban di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Waijarang perharinya ialah sebagai berikut:

Tabel 1 Data Kebutuhan Beban

No	Peralatan	jumlah	Daya	Daya	Total energi
			Watt	kW	
1	Lampu	1	15	0.015	0.225
2	Lampu	1	15	0.015	0.225
3	Lampu	1	15	0.015	0.225
4	Lampu	1	15	0.015	0.225
5	Lampu	1	5	0.05	0.025
6	Lampu	1	5	0.05	0.025
Beban total/jam				0.295	0.95

Pada Tabel 1 menunjukkan rincian dari kebutuhan beban di lokasi penelitian yaitu TPA (Tempat Pembuangan Akhir) waijarang Kab. Lembata NTT.

G. Data Radiasi Matahari

Data radiasi matahari di Kab. Lembata diambil dengan nilai rata-rata perbulannya dalam kurun waktu satu tahun dengan satuan kWh/m² /hari. Data radiasi matahari yang diperoleh merupakan data meteorologi yang diambil berdasarkan database yang ada di software PVSyst 7.2, yang dimana database pada PVSyst menginput langsung data sesuai dengan koordinat lokasi penelitian. Rata-rata nilai radiasi matahari di Kota Banjarbaru adalah 4.50 kWh/m² /hari.

Tabel 2 Data Radiasi Matahari

No	Bulan	RADIASI HARIAN MATAHARI (kWh/m ² /hari)	Clearness Index
1	Januari	4.88	0.450
2	Februari	4.50	0.415
3	Maret	4.97	0.473
4	April	6.12	0.631
5	Mai	5.30	0.602
6	Juni	5.23	0.630
7	Juli	5.54	0.655
8	Agustus	6.07	0.659
9	September	6.22	0.616
10	Oktober	6.58	0.618
11	November	6.23	0.577
12	Desember	5.61	0.520
Rata-Rata		5.60	0.566

H. Data Temperatur

Data temperatur Kab.Lembata diambil dengan nilai rata-rata perbulannya dalam kurun waktu satu tahun dan dinyatakan dalam derajat Celcius. Data yang diperoleh merupakan data meteorologi yang diambil berdasarkan database pada software PVSyst 7.2, yang dimana database pada PVSyst menginput langsung data sesuai dengan koordinat lokasi penelitian. Nilai temperature rata-rata di kota Banjarbaru adalah 27.40C.

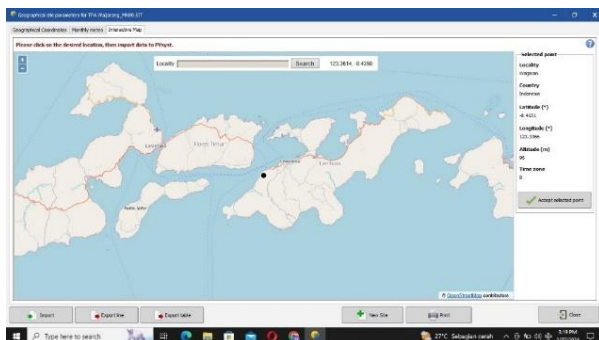
No	Bulan	Temperatur (°C)
1	Januari	27.2
2	Februari	27.1
3	Maret	27.1
4	April	27.3
5	Mei	27.4
6	Juni	25.9
7	Juli	26.0
8	Agustus	26.2
9	September	26.9
10	Oktober	28.4
11	November	28.3
12	Desember	27.7
Rata-Rata		27.2

Anggaran biaya investasi untuk perencanaan PLTS TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Wajarang mencakup harga peralatan sistem PLTS dan peralatan pendukung lainnya. Harga yang dimasukkan di rancangan anggaran biaya (RAB) merupakan harga yang tertera di e-commerce. menunjukkan rincian anggaran biaya investasi awal perencanaan sistem PLTS TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Wajarang.

No	Komponen	Jml	Satuan	Harga satuan (Rp)	Subtotal harga (Rp)
1	Panel surya	2	Pcs	2.850	5.700
2	Scs (mppt)	1	Pcs	240	240
3	Aki	2	Buah	1.526.400	3.052.800
4	Lvd	1	Pch	30	30
5	Ocd	1	Pch	42	42
6	Reley	3	Buah	45	135
7	inverter	1	pcs	593.500	593.500
8	Box panel	1	Set	254	254

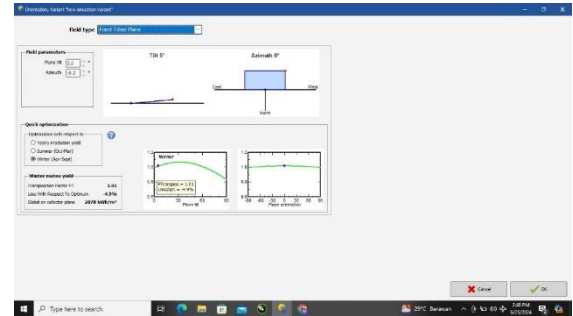
Untuk data-data yang telah didapatkan pada penelitian ini akan dimasukkan ke dalam software PVSyst. Data-Data ini berupa data lokasi penelitian, data sistem PLTS yang akan digunakan, data beban harian, dan perhitungan nilai ekonomi.

Pada Gambar 14 ini menunjukkan proses penginputan data lokasi penelitian pada software PVSyst. Lokasi penelitian ini dilakukan di Propinsi NTT Kab, Lembata Desa Waijarang Kalimantan.

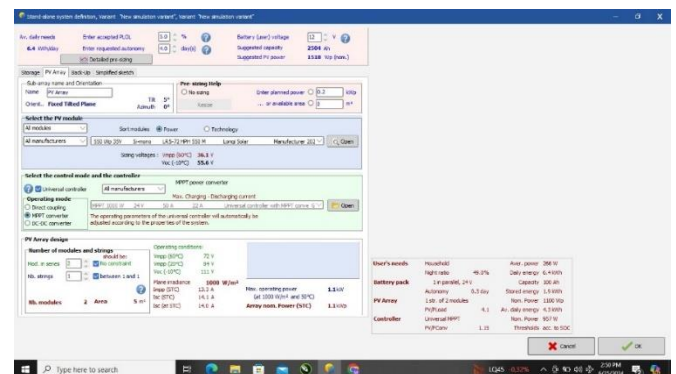


Magnetika Volume 09 Nomor 2 Tahun 2025

Pada Gambar 15 ini penulis memasukkan data parameter kemiringan panel surya dan juga arah atap yang dijadikan sebagai media PLTS TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sampah Wajarang.. Kemiringan panel surya yang akan digunakan di TPA Wajarang adalah 5° .

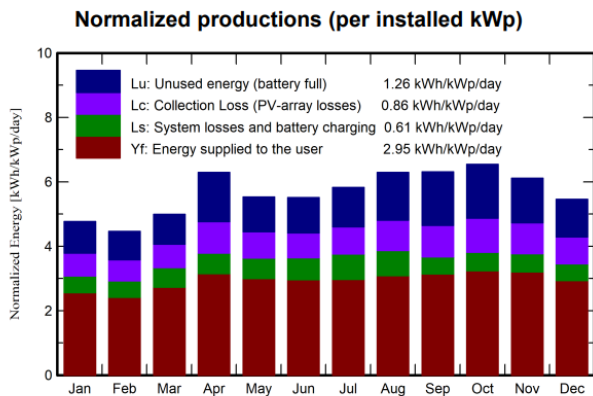


Pada Gambar 16 ini penulis memasukkan parameter sistem PLTS untuk perencanaan sistem PLTS off grid di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) Waijarang dengan merencanakan pemasangan PLTS dengan kapasitas 1 kWp. Panel surya yang digunakan adalah keluaran dari JA Solar dengan spesifikasi 550 Wp 38V dengan jenis panel surya Monocrystalline. Lalu, inverter yang digunakan ialah inverter keluaran dari Huawei Technologies. Setelah memasukkan parameter untuk panel surya dan inverter, maka software PVsyst akan merekomendasikan desain dari larik PLTS yang akan dirancang. Sesuai dengan parameter yang telah dimasukkan, maka direkomendasikan panel surya yang dipasang berjumlah 2 pcs, dengan panel surya yang dipasang secara seri berjumlah 2 modul dan 2 string.



311

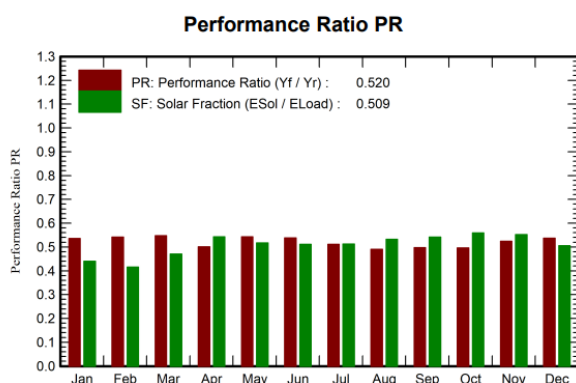
N. Produksi Energi PLTS



Gambar 17 Produksi Energi Listrik

Pada Gambar 17 merupakan grafik dari produksi energi listrik dari pembangkit. Pada grafik diatas menunjukkan produksi listrik perbulan dalam satuan kWh/kWp/hari selama jangka waktu satu tahun. Produksi energi listrik AC yang dikeluarkan dari inverter dipresentasikan dengan aksens merah (Yf) pada grafik. Aksens grafik yang berwarna hijau (Ls) mempresentasikan losses pada inverter. Sedangkan, losses pada larik panel surya dipresentasikan dengan aksens ungu (Lc) pada grafik. Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai Yf pada sistem PLTS mencapai titik puncak pada bulan Juli dan titik puncak terendah pada bulan Januari. Nilai rata-rata yang ditunjukkan pada grafik ialah L,26 kWh/kWp/hari untuk Yf; 2,95 kWh/kWp/hari untuk Ls; dan 0,61 kWh/kWp/hari untuk Lc; 0,86.

O. Performance Ratio PLTS



Gambar 18 Performance Ratio

Pada Gambar 18 adalah performance ratio kinerja PLTS sepanjang tahun ditunjukkan pada Gambar 4.9. Grafik diatas menunjukkan bahwa sistem PLTS mencapai puncaknya pada bulan Februari, April, Juni, dan Agustus. Performance ratio yang paling rendah ialah pada bulan Mei. Kinerja sistem PLTS untuk nilai rata-rata selama setahun adalah 0,520.

P. Report Produksi Energi

	GlobHor	GlobEff	E_Avail	E_Unused	E_Miss	E_User	E_Load	SolFrac
	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	ratio
January	151.4	144.2	133.5	33.34	110.7	87.2	197.9	0.441
February	126.1	121.9	112.9	27.02	104.3	74.4	178.8	0.416
March	154.0	151.6	140.3	31.48	104.7	93.2	197.9	0.471
April	183.6	185.3	170.5	50.23	87.6	104.0	191.5	0.543
May	164.4	168.0	155.7	36.72	95.5	102.4	197.9	0.517
June	157.0	162.2	151.6	36.03	93.7	97.9	191.5	0.511
July	171.8	177.6	164.7	41.82	96.4	101.5	197.9	0.513
August	188.2	192.1	177.1	50.44	92.5	105.4	197.9	0.533
September	166.5	166.1	171.1	54.78	87.8	103.7	191.5	0.541
October	203.9	199.4	181.9	56.78	87.2	110.7	197.9	0.559
November	187.0	179.9	165.1	45.73	85.8	105.8	191.5	0.552
December	174.0	165.6	153.1	40.00	97.8	100.1	197.9	0.506
Year	2047.9	2033.9	1877.4	504.17	1144.0	1186.2	2330.2	0.509

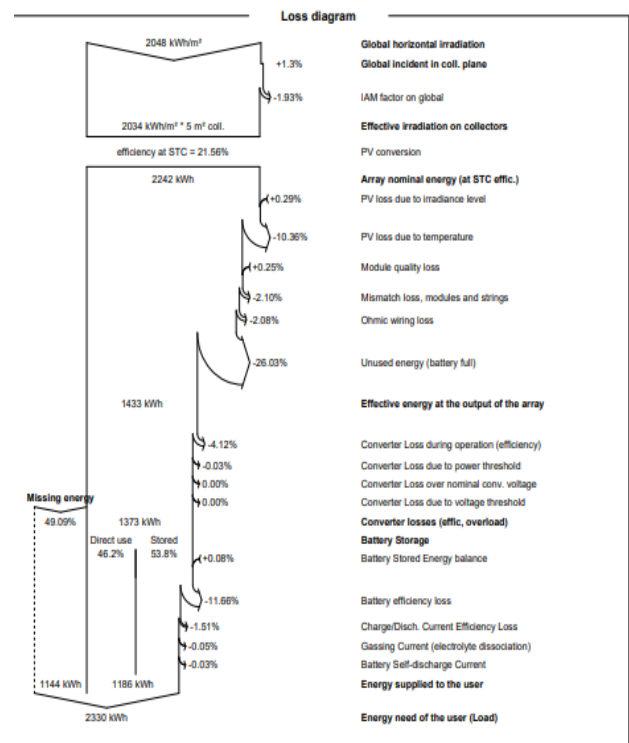
Legends

- GlobHor: Global horizontal irradiation
- GlobEff: Effective Global, corr. for IAM and shadings
- E_Avail: Available Solar Energy
- E_Unused: Unused energy (battery full)
- E_Miss: Missing energy
- E_User: Energy supplied to the user
- E_Load: Energy need of the user (Load)
- SolFrac: Solar fraction (EUser / ELoad)

Gambar 19 Rincian Produksi Energi

Pada Gambar 19 menunjukkan hasil dari percobaan simulasi pada perencanaan kali ini. Hasil yang ditunjukkan berupa nilai parameter rata-rata perbulan selama periode satu tahun dan didapatkan nilai akhir selama periode tersebut. Dapat diketahui energi efektif yang dikeluarkan larik dalam periode satu tahun adalah 1877,4 MWh, energi yang diberikan kepada pengguna dalam satu tahun adalah 2033,9 MWh, energi dari matahari dalam satu tahun adalah 4.734 MWh, energi yang diberikan ke jaringan dalam satu tahun adalah 0.558 MWh, dan energi dari jaringan dalam satu tahun adalah ratio 0,509.

Q. Report Losses Diagram



Pada Gambar 28 menunjukkan nilai rugi-rugi dari PLTS yang digambarkan dalam losses diagram yang dihasilkan dari simulasi dengan menggunakan software PVSyst. Pada diagram tersebut menunjukkan bahwa adanya losses yang diterima PV sebesar 1,3%. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya perubahan posisi matahari setiap harinya. Selain itu, disebabkan juga karena posisi peletakan PV. Selanjutnya

terdapat IAM factor atau Incidence Angle Modifier yang dimana berarti rugi-rugi refleksi irradiasi matahari terhadap PV. Dari simulasi yang telah dilakukan, diketahui IAM factor sebesar 1,93%. Losses IAM factor terjadi karena adanya pantulan irradiasi matahari pada bahan PV yang digunakan untuk melindungi sel-sel PV. Nilai efisiensi PV pada saat keadaan STC ialah 21,56%. Losses yang terjadi karena pengaruh nilai irradiasi matahari ialah sebesar 0,29%. Lalu, losses yang terjadi karena pengaruh nilai temperatur ialah sebesar 10,36%. Losses yang terjadi karena pengaruh nilai temperatur inilah yang perlu diperhatikan karena nilai temperatur dapat mempengaruhi level performa dari sebuah PV. Selanjutnya losses yang terjadi karena mismatch losses, yaitu merupakan keadaan dimana terjadinya ketidaksesuaian daya keluaran dari PV yang diakibatkan karena adanya variasi tegangan dan arus yang terpasang pada suatu array. Pada diagram tersebut, diketahui mismatch losses sebesar 2,10%. Lalu, terdapat nilai Ohmic wiring loss, yaitu nilai tahanan listrik pada jaringan sebesar 2,08%. Dan terdapat inverter losses during operation yaitu rugi-rugi inverter akibat pengoperasian sebesar 4,12%. Hasil dari simulasi yang telah dilakukan, losses diagram menunjukkan bahwa energi yang dihasilkan array ialah 2242 KWh/tahun. Namun, dikarenakan adanya losses pada saat mendistribusikan energi dari array ke inverter, maka energi yang dikeluarkan dari inverter ialah sebesar 1433 KWh/tahun. Lalu, energi yang digunakan user ialah sebesar 1373 KWh/tahun dan energi sebesar 2330 KWh/tahun diinjeksikan ke grid.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi perencanaan PLTS Off-grid di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) di desa waijarang Kab. Lembata maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kab.Lembata memiliki potensi nilai radiasi matahari dengan rata-rata pertahunnya yaitu sebesar 5.61 kWh/m² /hari dengan rata-rata temperature sebesar 27.1 °C.
2. Dari hasil analisa, dapat diketahui bahwa dalam jangka waktu satu tahun, sistem PLTS ini dapat menghasilkan energi efektif yang dikeluarkan larik sebesar 1433 KWh, yang dimana 2330 KWh digunakan oleh pengguna dan 1886 Wh diinjeksikan ke jaringan grid.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irawan R dan Ira F, Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia, Buku Publikasi Ilmiah BPPT, 2005, ISBN: 979-95999-5-4, Jakarta.
- [2] Chinmay K.N., Kumari K, Manas R.N., "Economical management of microgrid for optimal participation in electricity market", *Journal of Energy Storage*, vol. 21, 2019, pp: 657-664.
- [3] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 79 Tahun 2014, Tetang: Kebijakan Energi Nasional, 2014 (<http://www.den.go.id/upload/ken/ppken.pdf>)
- [4] T. R. Ayodele, A. S. O. Ogunjuyigbe, K. O. Akpeji, and O. O. Akinola, "Prioritized rule based load management technique for residential building powered by PV/battery

system," *Eng. Sci. Technol. an Int. J.*, 2017.

- [5] Syafii and R. Nazir, "Performance and energy saving analysis of grid connected photovoltaic in West Sumatera," *Int. J. Power Electron. Drive Syst.*, vol. 7, no. 4, 2016.
- [6] Muammar Zainuddin dan Haditsah Annur, "Optimasi Penempatan dan Kapasitas PLTS on grid pada Sistem Distribusi Radial
- [7] Hussein A. Kazem, "Renewable and Sustainable Energy, Principles and Applications", 1st Edition, 978-3-659-46238-2, 2013, LAP LAMBERT Academic Publishing, German
- [8] Sopian K, Elbreki A.M , Ruslan M.H., Ali Najah Al-Shamani, Elhub B., Azher M. Abed, Husam Abdulrasool Hasan, Dezfouli M. M. S., "A stand-alone Photovoltaic System Design and Sizing: a Greenhouse Application in Sabha City: Case study in Libya", *Proceeding of The 3rd Engineering Science And Technology*, vol. 3, *International Conference (ESTIC)* 2016.
- [9] Campana P. E., Wästhage L., Nookuea W., Tan Y., and Yan J., "Optimization and assessment of floating and floating-tracking PV systems integrated in on- and off-grid hybrid energy systems," *Solar Energy*, vol. 177, pp. 782–795, 2019.
- [10] Miss. L. Raja Rajeswari, and Krishna Bhanu C. V., "Design of Stand-Alone Photovoltaic System – A Case Study", *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, vol. 3, no. 2, 2013, pp: 510-515.
- [11] Solar Hybrid, Inverter Luminous 1500VA, 2019 (<https://luminous.co.id/inverter/solar-hybrid/>)
- [12] Kepmen-ESDM-No.1567 K/21/MEM/2018, "Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik 2017," PT.PLN (Persero) Tahun 2018/2027, 2018.

VII. BIODATA PENULIS



Muhammad Misbah Fadribun, lahir di Tayondo Langgiar, 1 April 1996. Penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Kejuruan di Madrasa Alia Tual Maluku Tenggara . Setelah itu pada tahun 2019 penulis melanjutkan studinya di Perguruan Tinggi Swasta Institut Teknologi Nasional Malang program studi S1 Teknik Elektro dengan konsentrasi Teknik Energi Listrik. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas selesainya penelitian yang berjudul "Perencanaan PLTS Off-Grid untuk penerangan TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sampah desa waijarang di kabupaten lembata.