

# PERENCANAAN PLTS *ROOFTOP* DI KLINIK HEWAN TUTU KOTA BANJARBARU KALIMANTAN SELATAN

<sup>1</sup>Shiva Anjaini, <sup>2</sup>Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE., <sup>3</sup>Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D.

Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

<sup>1</sup>anjainishiva@gmail.com <sup>2</sup>abraham@lecturer.itn.ac.id, <sup>3</sup>awan\_uji\_krismanto@lecturer.itn.ac.id

**Abstrak**—Kebutuhan energi di seluruh dunia meningkat setiap tahun. Meningkatnya kebutuhan energi ini dapat terjadi karena populasi manusia yang terus bertambah. Energi baru terbarukan memiliki potensi untuk dapat memenuhi kebutuhan energi di masa depan karena bersifat berkelanjutan, bersih, dan hemat biaya. Diantara banyaknya sumber energi alternatif, energi matahari merupakan salah satu bentuk langsung dari energi baru terbarukan. Perencanaan penggunaan PLTS atap ini menggunakan software PVSyst. Software PVSyst merupakan perangkat lunak untuk mendesain dan simulasi program photovoltaic. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa dan mengetahui hasil perencanaan sistem PLTS, biaya investasi yang diperlukan untuk perencanaan PLTS *rooftop*, serta mengetahui pengaruh integrasi PLTS *rooftop* di Klinik hewan Tutu. Potensi sumber iradiasi energi matahari di kota Banjarbaru ialah 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan temperature rata-rata 27.4<sup>0</sup>C. Hasil simulasi dengan perangkat lunak PVSyst menunjukkan bahwa PLTS dengan kapasitas 4,4 kWp dalam jangka waktu satu tahun energi yang dapat dihasilkan adalah sebesar 5.542 MWh dengan investasi awal sebesar Rp. 62.954.100,- dengan PBP selama 8.8 tahun dan ROI sebesar 127.1%. Profil tegangan pada saat sebelum terintegrasi PLTS ialah sebesar 0.97 pu, sedangkan ketika sesudah terintegrasi PLTS profil tegangan meningkat menjadi 0.98 pu. Karena adanya peningkatan profil tegangan pada hasil load flow, maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya integrasi PLTS terhadap sistem maka dapat membantu meningkatkan profil tegangan di Klinik Hewan Tutu Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan.

**Kata Kunci**—PLTS Atap, Energi Tebarukan, PVSyst, Investasi, Profil Tegangan

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di seluruh penjuru dunia meningkat setiap tahun. Saat ini batubara dan minyak mentah yang merupakan sumber energi tak terbarukan, merupakan konsumsi energi terbesar dunia. Penggunaan dari energi fosil ini tentunya akan mengakibatkan pencemaran lingkungan karena zat emisu yang dihasilkan bersifat berbahaya dan

tentunya hal tersebut akan mencemari lingkungan alam dan dapat menyebabkan perubahan iklim.[1]

Energi baru terbarukan memiliki potensi untuk dapat memenuhi kebutuhan energi di masa depan karena bersifat berkelanjutan, bersih, dan hemat biaya.[2] Diantara banyaknya sumber energi alternatif, energi matahari merupakan salah satu bentuk langsung dari energi baru terbarukan.[3]

Banjarbaru, sebuah kota di provinsi Kalimantan Selatan, terletak di pulau Kalimantan yang dilintasi garis khatulistiwa, sehingga memiliki peluang durasi penyinaran matahari selama 10 hingga 12 jam setiap harinya. Potensi sumber iradiasi energi matahari di Kota Banjarbaru sekitar 4,6 kWh/m<sup>2</sup> per hari, sehingga kota Banjarbaru memiliki potensi sumber energi matahari sebagai sumber energi baru terbarukan.

Sesuai dengan UU PERMEN ESDM RI NO. 26 Tahun 2021 tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap, penggunaan sistem PLTS Atap bertujuan untuk; menghemat tagihan listrik pelanggan PLTS Atap, mendapatkan listrik dari sumber energi terbarukan, dan berkontribusi menurunkan emisi gas rumah kaca.[4] Berdasarkan uraian diatas, penulis akan membuat perencanaan pemanfaatan PLTS Atap khususnya pada Klinik Hewan Tutu yang terletak di kota Banjarbaru provinsi Kalimantan Selatan. Perencanaan PLTS atap ini merupakan upaya untuk menghemat tagihan listrik pelanggan, mendapatkan sumber energi listrik dari energi baru terbarukan, dan berkontribusi untuk menurunkan emisi gas rumah kaca. Perencanaan penggunaan PLTS atap ini menggunakan software PVSyst. Software PVSyst merupakan perangkat lunak untuk mendesain dan simulasi program photovoltaic.[5]

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain adalah bagaimana merencanakan sistem PLTS *rooftop* di Klinik Hewan Tutu. Lalu, berapa biaya investasi awal yang diperlukan untuk perencanaan ini dan bagaimana pengaruh integrasi PLTS *rooftop* terhadap profil tegangan di Klinik Hewan Tutu.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa dan mengetahui hasil perencanaan sistem PLTS, biaya investasi yang diperlukan untuk perencanaan PLTS *rooftop*, serta mengetahui pengaruh integrasi PLTS *rooftop* di Klinik hewan Tutu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Rooftop

Dengan menggunakan modul photovoltaic, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik.[6] PLTS Atap merupakan pembangkit listrik tenaga surya yang diletakkan diatap.[4] PLTS Atap merupakan perkembangan pembangkit teknologi dari sistem pembangkit listrik tenaga surya. Wilayah perkotaan memiliki potensi yang cukup baik dalam pengimplementasian PLTS Atap ini. Karena PLTS Atap tidak memerlukan lahan yang luas, cukup diletakkan diatap, dinding, atau bagian bangunan lainnya.[7]

### B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Grid

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid merupakan sistem pembangkit listrik tenaga surya yang menghubungkan PLTS dengan jaringan listrik PLN. Sistem ini mengirimkan kelebihan daya yang dihasilkan PV ke jaringan PLN untuk dapat digunakan nanti. Sistem on-grid sendiri merupakan sistem paling sederhana yang lebih hemat dibandingkan dengan sistem off-grid, tetapi sistem ini tidak dapat beroperasi ketika terjadi pemadaman listrik dari PLN.[8]

### C. kWh Meter EXIM

kWh meter EXIM merupakan komponen penting dari sistem PLTS atap on-grid. Fungsinya ialah sebagai alat ukur aliran listrik dari sistem PLTS atap ke jaringan distribusi PT. PLN. Meteran ini mengukur listrik dalam bentuk energi (kWh). Sistem perhitungannya ialah setiap akhir bulan. PT PLN akan menghitung tagihan listrik pelanggan berdasarkan angka yang tertera pada kWh meter exim tersebut. Menurut PERMEN ESDM No. 49 Tahun 2018, menyatakan bahwa perhitungan tagihan listrik PLN hanya bernilai 65% dari tariff dasar listrik (TDL) PLN. Perhitungan tagihan listrik pelanggan ialah sebagai berikut : [8]

$$\text{Tagihan Listrik (kWh)} = \text{Jumlah kWh impor} - (65\% \times \text{jumlah kWh ekspor})$$

### D. Inverter

Inverter yang berfungsi sebagai pengubah arus listrik DC menjadi arus listrik AC merupakan bagian penting dari sistem PLTS on grid. Inverter yang digunakan pada sistem PLTS on grid adalah inverter khusus yang dikenal dengan *Grid Inverter*, yang dimana inverter tersebut bukanlah inverter biasa pada umumnya..[9]

### E. PVSyst

PVSyst merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mensimulasikan suatu perencanaan PLTS offgrid maupun on grid dengan mendapatkan data yang akurat. Perangkat lunak ini dapat menampilkan rincian kinerja dari modul panel surya, produksi energi yang dihasilkan, rugi-rugi dari sistem, dan analisa ekonomi.[10]

### F. Aspek Ekonomi

- LCOE

LCOE (*Levelized Cost of Energy*) merupakan harga per satu kWh yang dihasilkan oleh pembangkit. Perhitungan aspek ekonomi ini memperhatikan jangka waktu suatu pembangkit. Rumus yang digunakan dalam PVSyst untuk perhitungan LCOE adalah :

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

Keterangan:

$I_t$  = Investasi dan pengeluaran selama setahun (t)  
 $M_t$  = Pengeluaran operasional dan pemeliharaan dalam setahun (t)

$E_t$  = Produksi energi listrik dalam setahun (t)

$r$  = nilai suku bunga yang berlaku

$n$  = jangka waktu pembangkit

- NPV

Sebagai kriteria penilaian kelayakan proyek, NPV (*Net Present Value*) adalah nilai selisih antara nilai sekarang kas masuk dan nilai sekarang kas keluar, selama periode waktu tertentu. Proyek dianggap layak jika hasil menunjukkan  $NPV > 0$ ; tidak layak jika hasil menunjukkan  $NPV < 0$ ; dan dikatakan ayak ataupun tidak rugi jika hasil menunjukkan  $NPV = 0$ . Rumus perhitungan NPV, PVSyst menggunakan rumus sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+i)^t}$$

Keterangan:

$R_t$  = Saldo bersih (t)

$i$  = tingkat suku bunga

$n$  = jangka waktu pembangkit

- Payback Period

Durasi waktu yang diperlukan untuk memulihkan biaya investasi awal dikenal sebagai *Payback Period* (PBP). Jika hasil perhitungan durasi waktu PBP lebih panjang dari umur proyek, maka perencanaan tersebut tidak layak dari segi ekonomi, Namun, perencanaan dapat dilakukan jika periodenya lebih pendek dari umur proyek. Untuk perhitungan PBP, PVSyst menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PBP = \left( \frac{\text{investasi awal}}{\text{penerimaan periodik kas bersih}} \right)$$

- Return on Investment

*Return on Investment* (ROI) merupakan rasio keuntungan berhasil terhadap investasi awal. Jika ROI menunjukkan hasil negative maka proyek dikatakan tidak menguntungkan. Rumus yang digunakan dalam PVSyst untuk perhitungan ROI adalah :

$$ROI = \frac{\text{profit}}{\text{total investasi}} \times 100\%$$

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Lokasi Penelitian

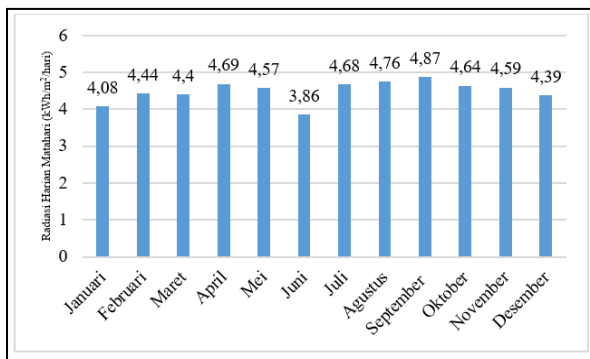
Pada penelitian ini, lokasi pengambilan data diambil di Klinik Hewan Tutu Kota Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan. Dengan alamat Jalan Salak No. 1, Kelurahan Loktabat Selatan, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan (Seberang Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari kampus Banjarbaru) 70714.

#### B. Kondisi Meteorologi

- *Potensi Radiasi Matahari*

Nilai rata-rata radiasi matahari di permukaan bumi diwakili oleh data indeks radiasi matahari, yang memiliki satuan kWh/m<sup>2</sup> setiap hari sepanjang tahun. Sumber yang diperoleh berasalkan dari *database software PVSyst* yang terintegrasi langsung dengan beberapa sumber meteorology.

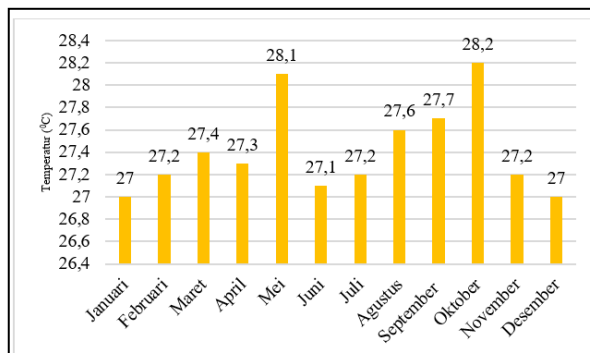
Gambar 3.1 Potensi Radiasi Matahari



- *Temperatur*

Temperatur 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 terintegrasi langsung dengan beberapa sumber meteorologi.

Gambar 3.2 Temperatur di Kota Banjarbaru

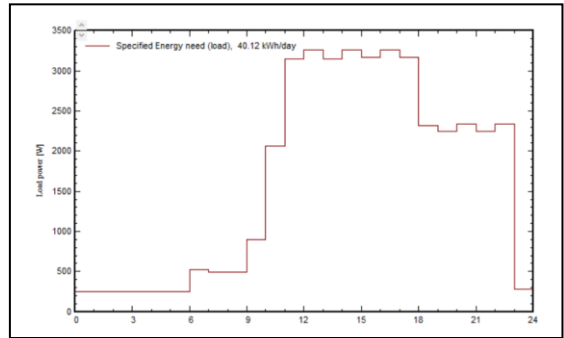


#### C. Data Beban Harian

Data beban yang dikalkulasikan merupakan data beban harian di Klinik Hewan Tutu seperti beban lampu, pendingin

ruangan, blower grooming hewan, dan lain-lain. Beban harian pada Klinik Hewan Tutu sebesar 40,12 kWh/hari dengan beban puncak terjadi pada jam 12.00, 14.00, dan 16.00. Data yang diperoleh merupakan data beban harian selama 24 jam di Klinik Hewan Tutu. Berikut grafik beban harian yang sesuai dengan kebutuhan di Klinik Hewan Tutu.

Gambar 3.3 Grafik Beban Harian di Klinik Hewan Tutu



#### D. Pemodelan Sistem PLTS Rooftop

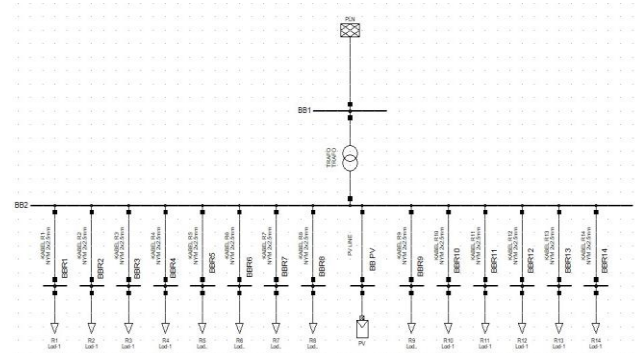
Pemodelan sistem PLTS *on grid rooftop* ini digambarkan dengan menggunakan *software PVSyst 7.2*. Sistem PLTS *on grid rooftop* ini biasanya digunakan pada bangunan rumah, kantor, pabrik, dan bangunan lainnya. PLTS *rooftop* ini dipasang pada bagian atap agar dapat menerima panas matahari secara langsung dan optimal. Selain itu, penggunaan atap sebagai media untuk memasang *photovoltaic* merupakan salah satu pemanfaatan menggunakan lahan atap yang jarang digunakan. Oleh karena itu, pemodelan sistem PLTS *rooftop* ini tidak memerlukan lahan ditanah karena dapat menggunakan lahan sebagai lahan pemasangan *photovoltaic*.

#### E. Komponen Penyusun PLTS Rooftop

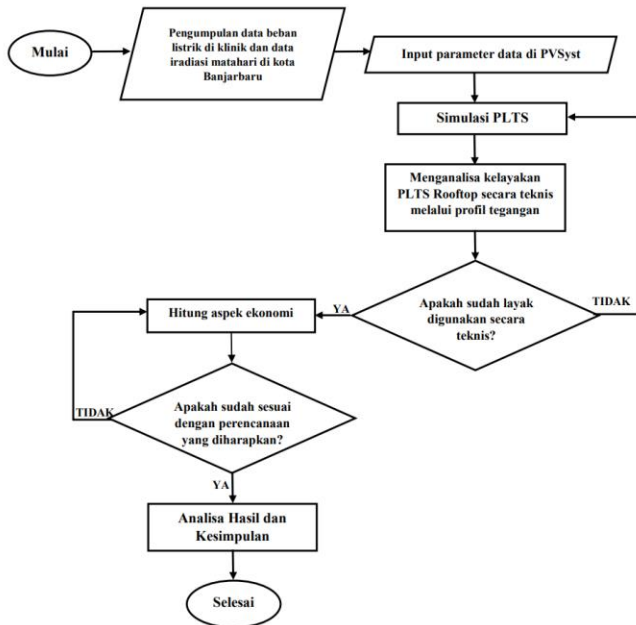
Komponen-komponen penyusun PLTS *rooftop* dengan sistem *on-grid* terdiri dari panel surya, inverter, kWh meter EXIM, dan *mounting*. Komponen-komponen tersebut merupakan komponen yang secara umum digunakan untuk pemasangan PLTS *rooftop* dengan sistem *on-grid*.

#### F. Single Line Diagram

Gambar 3.4 SLD Klinik Hewan Tutu



G. Flowchart



Gambar 3.5 Flowchart Perencanaan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Kebutuhan Beban Klinik Hewan Tutu

Tabel 4.1 Data Kebutuhan Beban

No	Peralatan	Jumlah	Daya		Total Energi
			Watt	kW	
1	AC Panasonic 1 PK	1	840	0,84	10,92
2	AC Panasonic 1/2 PK	1	400	0,4	5,2
3	Charger Laptop Toshiba	1	90	0,09	0,63
4	Printer EPSON L360	1	20	0,02	0,2
5	Kulkas SHARP	1	130	0,13	3,12
6	Kipas Angin Maspion	3	165	0,165	2,145
7	Pet Dryer Blower	1	1200	1,2	8,4
8	Exhaust Fan 14"	1	75	0,075	1,275
9	Lampu 19W	4	76	0,076	0,418
10	Lampu 9W	13	117	0,117	0,801
11	Lampu 50W	1	50	0,05	0,25
12	Lampu Neon 90cm	1	30	0,03	0,15
13	Ricecooker Cosmos 1,8L	1	400	0,4	0,4
14	Dispenser Modena	1	90	0,09	2,16
15	TV Panasonic 32"	1	50	0,05	0,65
16	Penggunaan Lainnya		200	0,2	3,4
Beban Total/Jam			3,933		40,12

B. Data Penggunaan Kebutuhan Listrik Harian

Data penggunaan kebutuhan listrik harian di Klinik Hewan Tutu Kota Banjarbaru diambil secara *real time* selama 24 jam, terhitung dari jam 00.00 WITA sampai dengan 23.00 WITA. Pengambilan data pembebanan diambil sesuai dengan yang ada dilokasi penelitian yaitu di Klinik Hewan Tutu Kota

Banjarbaru dan pengambilan data diambil sesuai dengan jam operasional masing-masing peralatan yang digunakan di Klinik Hewan Tutu. Puncak dari penggunaan kebutuhan listrik terjadi pada pukul 12.00, 14.00, dan 16.00 WITA. Untuk mengetahui jumlah total dari penggunaan kebutuhan listrik harian pada Klinik Hewan Tutu, dilakukan penjumlahan dari seluruh kebutuhan beban harian selama 24 jam tersebut.

Tabel 4.2 Data Penggunaan Listrik Harian

Jam	Data Penggunaan Beban Harian kW/h
0	0,247
1	0,247
2	0,247
3	0,247
4	0,247
5	0,247
6	0,522
7	0,495
8	0,495
9	0,895
10	2,06
11	3,15
12	3,26
13	3,15
14	3,26
15	3,17
16	3,26
17	3,17
18	2,31
19	2,24
20	2,33
21	2,24
22	2,33
23	0,28

C. Data Radiasi Matahari

Data radiasi matahari di Kota Banjarbaru diambil dengan nilai rata-rata perbulannya dalam kurun waktu satu tahun dengan satuan kWh/m<sup>2</sup>/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/m<sup>2</sup>/hari.

Tabel 4.3 Data Radiasi Matahari

NO	BULAN	RADIASI HARIAN MATAHARI (kWh/m <sup>2</sup> /hari)	Clearness Index
1	Januari	4.08	0.391
2	Februari	4.44	0.418
3	Maret	4.40	0.417
4	April	4.69	0.468
5	Mei	4.57	0.489
6	Juni	3.86	0.433
7	Juli	4.68	0.517
8	Agustus	4.76	0.495
9	September	4.87	0.475
10	Oktober	4.64	0.440
11	November	4.59	0.439
12	Desember	4.39	0.426
	<b>RATA-RATA</b>	<b>4.50</b>	<b>0.450</b>

D. Data Temperatur

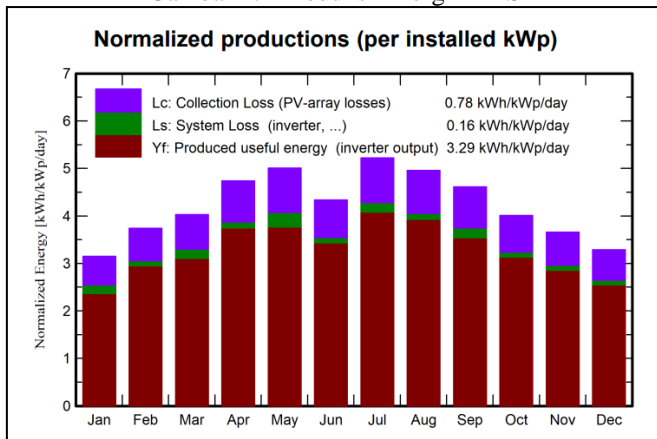
Data temperatur kota Banjarbaru diambil dengan nilai rata-rata perbulannya dalam kurun waktu satu tahun dan dinyatakan dalam derajat Celcius. Data yang diperoleh merupakan data meteorologi yang diambil berdasarkan database pada software PVSyst 7.2, yang dimana database pada PVSyst menginput langsung data sesuai dengan koordinat lokasi penelitian. Nilai temperature rata-rata di kota Banjarbaru adalah 27.4°C.

Tabel 4.4 Data Temperatur

NO	BULAN	TEMPERATUR (°C)
1	Januari	27.0
2	Februari	27.2
3	Maret	27.4
4	April	27.3
5	Mei	28.1
6	Juni	27.1
7	Juli	27.2
8	Agustus	27.6
9	September	27.7
10	Oktober	28.2
11	November	27.2
12	Desember	27.0
	<b>RATA-RATA</b>	<b>27.4</b>

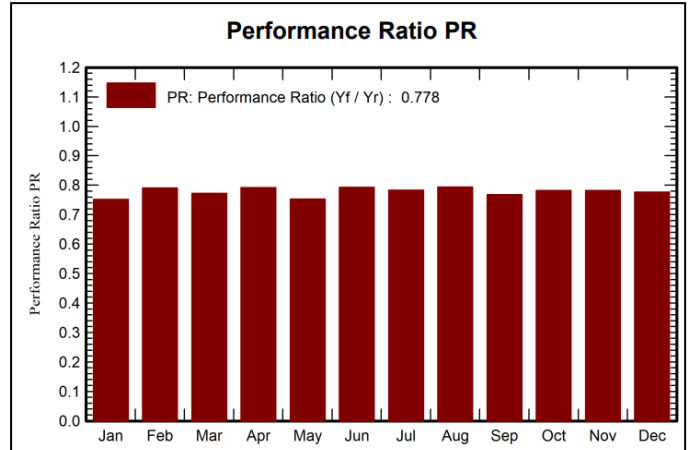
E. Hasil Simulasi

Gambar 4.1 Produksi Energi PLTS



Pada gambar 4.1 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 aksen merah (Yf) pada grafik. Aksen grafik berwarna hijau (Ls) mempresentasikan losses pada inverter. Sedangkan, losses pada larik panel surya dipresentasikan dengan aksen 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 3,29 kWh/kWp/hari untuk Yf; 0,16 kWh/kWp/hari untuk Ls; dan 0,78 kWh/kWp/hari untuk Lc.

Gambar 4.2 Grafik PR



Grafik performance ratio kinerja PLTS sepanjang tahun ditunjukkan pada gambar 4.2. 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 0,778 atau 77,8%.

Gambar 4.3 Rincian Produksi dan Konsumsi Energi

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	E_Grid	EfrGrid
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
January	126.4	70.80	27.03	97.7	89.5	0.348	1.244	0.306	0.017	0.937
February	124.3	82.12	27.18	104.8	97.1	0.377	1.123	0.342	0.022	0.781
March	136.3	91.61	27.41	124.9	116.9	0.451	1.244	0.387	0.037	0.856
April	140.6	75.11	27.34	142.2	134.1	0.512	1.204	0.438	0.058	0.766
May	141.6	69.19	28.10	155.3	147.1	0.556	1.244	0.439	0.076	0.805
June	115.8	60.20	27.11	130.1	123.3	0.469	1.204	0.395	0.059	0.808
July	145.0	74.34	27.22	161.8	153.5	0.584	1.244	0.490	0.068	0.754
August	147.6	82.56	27.60	153.8	145.5	0.554	1.244	0.478	0.059	0.766
September	146.2	83.31	27.73	138.3	129.9	0.495	1.204	0.418	0.050	0.786
October	143.7	81.48	28.23	124.3	115.7	0.443	1.244	0.377	0.050	0.867
November	137.6	75.93	27.22	109.8	101.4	0.391	1.204	0.338	0.040	0.866
December	136.1	69.08	27.04	101.9	93.2	0.362	1.244	0.326	0.023	0.918
Year	1641.3	915.73	27.44	1544.9	1447.3	5.542	14.643	4.734	0.558	9.909

Legends

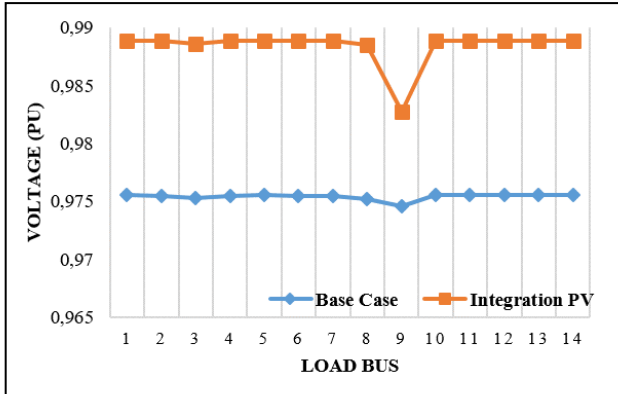
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_User	Energy supplied to the user
T_Amb	Ambient Temperature	E_Solar	Energy from the sun
GlobInc	Global incident in coll. plane	E_Grid	Energy injected into grid
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	EfrGrid	Energy from the grid

Pada gambar 4.3 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 5,542 MWh, energi yang diberikan kepada pengguna dalam satu tahun adalah 14,643 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 9,909 MWh.

F. Analisa Kelayakan Profil Tegangan

Gambar 4.4 Hasil Load Flow Terhadap Profil Tegangan



Dari hasil grafik pada gambar 4.4 menunjukkan grafik profil tegangan dengan studi load flow dan nilai profil tegangan yang bervariasi. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan nilai beban yang berbeda setiap loadbus baik pada saat kondisi base case maupun pada saat kondisi terintegrasi PLTS. Nilai profil tegangan pada saat keadaan base case rata-rata berada dinilai 0.97 pu. Namun, ketika beban terintegrasi dengan PLTS, rata-rata nilai profil tegangannya menjadi 0.98 pu atau dapat dikatakan presentase kenaikan profil tegangan sebesar 1.02%. Karena adanya peningkatan profil tegangan pada hasil load flow, maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya intergrasi PLTS terhadap sistem maka dapat membantu meningkatkan profil tegangan di Klinik Hewan Tutu Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan.

G. Analisa Ekonomi

Anggaran biaya investasi untuk perencanaan PLTS rooftop di Klinik Hewan Tutu Kota Banjarbaru mencakup harga peralatan sistem PLTS dan peralatan pendukung lainnya. Harga yang dimasukkan di rancangan anggaran biaya (RAB) merupakan harga yang tertera di e-commerce. Pada table 4.5 menunjukkan rincian anggaran biaya investasi awal perencanaan sistem PLTS rooftop di Klinik Hewan Tutu.

Tabel 4.5 Biaya Investasi Awal PLTS Rooftop

NO	KOMPONEN	JML	SATUAN	HARGA SATUAN(Rp)	SUBTOTAL HARGA(Rp)
1	Panel Surya JAM78-S10-440-MR	10	Pcs	4.000.000	40.000.000
2	Inverter Huawei Teknologi SUN2000L-4.125KTL-JP	1	Pcs	11000000	11.000.000
3	DC Combiner Box	1	Set	1.900.000	1.900.000
4	kWh Meter EXIM	1	Pcs	500.000	500.000
5	Mounting (Rak Penyangga)	1	Set	2.976.000	2.976.000
6	Aksesoris Panel	1	Set	180.000	180.000
7	Pengkabelan	1	Set	675.000	675.000
8	Upah Pekerja	1		6.823.100	5.723.100
				<b>TOTAL</b>	<b>62.954.100</b>

Installation costs			
Item	Quantity	Cost IDR	Total IDR
PV modules JAM78-S10-440-MR	10	4000000.00	40000000.00
Inverters SUN2000L-4.125KTL-JP	1	11000000.00	11000000.00
Other components			
Accessories, fasteners	1	3150000.00	3150000.00
Wiring	1	675000.00	675000.00
Combiner box	1	1900000.00	1900000.00
kWh Meter EXIM	1	500000.00	500000.00
Studies and analysis			
Engineering	1	5723100.00	5723100.00
Total			62954100.00
Depreciable asset			54156000.00

Operating costs	
Item	Total IDR/year
Maintenance	
Repairs	250000.00
Cleaning	250000.00
Total (OPEX)	500000.00

System summary	
Total installation cost	62954100.00 IDR
Operating costs	500000.00 IDR/year
Unused energy	4734 kWh/year
Energy sold to the grid	558 kWh/year
Cost of produced energy (LCOE)	689.331 IDR/kWh

Pada gambar diatas menunjukkan analisa dari aspek ekonomi dengan asumsi tidak terjadi inflasi dan discount rate pada perencanaan kali ini. Untuk biaya instalasi pada perencanaan kali ini meliputi biaya modul panel surya, inverter, aksesoris, perkabelan, combiner box, kWh meter EXIM, dan upah pekerja. Biaya yang diperlukan untuk instalasi ini adalah Rp. 62.954.100,- dengan biaya perawatan sebesar Rp. 500.000,-/tahun. Dan cost of produces energy (LCOE) atau biaya energi yang dihasilkan adalah Rp. 689,- /kWh.

Gambar 4.7 Report ROI

Return on investment	
Net present value (NPV)	80001669 IDR
Payback period	8.8 years
Return on investment (ROI)	127.1 %

Pada gambar diatas menunjukkan nilai NPV, Payback Period, dan Return on Investment(ROI) yang dimana hasil dari NPV yang didapatkan dari perencanaan ini adalah Rp. 80.001.669,- yang dimana perhitungan NPV menunjukkan hasil positif maka dapat dikatakan investasi pada sistem PLTS ini layak untuk direalisasikan, dan waktu yang diperlukan untuk mengembalikan biaya investasi awal adalah 8.8 atau 8 tahun 10 bulan dengan Return on Investment sebesar 127.1%.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil simulasi perencanaan PLTS rooftop di Klinik Hewan Tutu Kota Banjarbaru maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kota Banjarbaru memiliki potensi nilai radiasi matahari dengan rata-rata pertahunnya yaitu sebesar 4.50 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan rata-rata temperature sebesar 27.4°C
2. Dengan potensi lingkungan yang cukup baik maka sistem PLTS dapat memproduksi energi listrik sebesar 3.29 kWp/hari dengan performance ratio sebesar 0.778 atau 77.8% dalam jangka waktu satu tahun.

3. Dari hasil analisa, dapat diketahui bahwa dalam jangka waktu satu tahun, sistem PLTS ini dapat menghasilkan energi efektif yang dikeluarkan larik sebesar 5.542 MWh, yang dimana 4.734 MWh digunakan oleh pengguna dan 0.558 MWh diinjeksikan ke jaringan grid.
4. Dari hasil perhitungan biaya yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa perencanaan ini memiliki biaya investasi awal sebesar Rp. 62.954.100,-
5. Dengan adanya intergrasi PLTS terhadap sistem maka dapat membantu meningkatkan profil tegangan di Klinik Hewan Tutu Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan.

## VI. REFERENSI

- [1] K. Piotrowska, I. Piasecka, Z. Kłos, A. Marczuk, and R. Kasner, "Assessment of the Life Cycle of a Wind and Photovoltaic Power Plant in the Context of Sustainable Development of Energy Systems," *Materials (Basel)*, vol. 15, no. 21, 2022, doi: 10.3390/ma15217778.
- [2] A. Alzahrani, "Short-Term Solar Irradiance Prediction Based on Adaptive Extreme Learning Machine and Weather Data," *Sensors (Basel)*, vol. 22, no. 21, 2022, doi: 10.3390/s22218218.
- [3] M. V. Marathe, "Sustainable energy systems and analysis". 2010.
- [4] Kementerian ESDM, "Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No 26 Tahun 2021 Tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Yang terhubung Pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Kepentingan Umum," *Ber. Negara RI tahun 2021 Nomor 948*, no. 1, pp. 1–35, 2021.
- [5] P. Yadav, N. Kumar, and S. S. Chandel, "Simulation and performance analysis of a 1kWp photovoltaic system using PVsyst," *4th IEEE Spons. Int. Conf. Comput. Power, Energy, Inf. Commun. ICCPEIC 2015*, pp. 358–363, 2015, doi: 10.1109/ICCPEIC.2015.7259481.
- [6] A. G. Hutajulu, M. RT Siregar, and M. P. Pambudi, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) on Grid Di Ecopark Ancol," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7333.
- [7] B. Triyono, Y. Prasetyo, B. Winarno, and D. T. Prayudha, "Safety System of Back Current to KWH Meter on Solar Power Inverter On-Grid System," *Int. Res. J. Adv. Eng. Sci.*, vol. 6, no. 4, pp. 186–188, 2021.
- [8] A. Rachmi, B. Prakoso, Hanny Berchmans, I. Devi Sara, and Winne, "Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS atap di Indonesia," *PLTS Atap*, p. 94, 2020.
- [9] T. T. Sari, "Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid Di Saumata Suites Apartment Alam Sutera (Tangerang Selatan)," p. 88, 2021, [Online]. Available: [http://156.67.221.169/3914/1/SKRIPSI 201711171 TRISNA TRENGGANU SARI.pdf](http://156.67.221.169/3914/1/SKRIPSI%201711171%20TRISNA%20TRENGGANU%20SARI.pdf)
- [10] J. P. Alva-Araujo, O. Escalante-Maldonado, and R. A. Cabrejos Ramos, "Design of a point-of-care facility for diagnosis of COVID-19 using an off-grid photovoltaic system," *Environ. Dev. Sustain.*, vol. 23, no. 8, pp. 11990–12005, 2021, doi: 10.1007/s10668-020-01153-7.