



# Perancangan dan Analisis Finansial PLTS Atap Menggunakan *Software* PV\*SOL di LSIH UBT

Haslinda <sup>1\*</sup>, <sup>2</sup>Abil Huda, Fitriani Said.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universitas Borneo Tarakan(UBT), 77123, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Borneo Tarakan(UBT), 77123, Indonesia

<sup>3</sup> Universitas Borneo Tarakan(UBT), 77123, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Received: January 27, 2023 Revised: March 28, 2023 Available online: April 12, 2023</p>	<p>Kebutuhan bahan bakar saat ini semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman maka dipandang perlu untuk mencari energi alternatif lainnya, salah satunya energi alternatif yang murah dan mudah didapatkan adalah energi surya (energi matahari). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dan merancang sistem PLTS di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati sebagai sumber energi alternatif. Hasil analisa diperoleh jumlah panel surya sebanyak 498 buah dan 6 unit inverter. Dari hasil perancangan diperoleh energi listrik sebesar 128,280 kWh/Thn. PLTS mampu memberikan energi yang dibangkitkan sebesar 90,025 kWh/thn pada gedung LSIH Universitas Borneo Tarakan. Kelebihan energi listrik sebesar 38,255 kWh diekspor ke grid sistem PLN sebagai nilai Investasi awal pembangunan diperkirakan sebesar \$133.333,34 (atau setara dengan Rp. 2.000.000.000,00-) dan dapat mencapai <i>Break Even Point</i> di tahun ke-11 dengan menghemat biaya sebesar \$13.845,77 (setara dengan Rp.207.686,550-).</p> <p>Kata kunci : LSIH, PLTS, <i>Net Present Value</i>, PV*SOL</p>
CORRESPONDENCE	ABSTRACT
<p>E-mail: <a href="mailto:hslnadaa.22@gmail.com">hslnadaa.22@gmail.com</a>* <a href="mailto:abil@borneo.ac.id">abil@borneo.ac.id</a> <a href="mailto:fitrianiubt22@gmail.com">fitrianiubt22@gmail.com</a></p> <p>Phone:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>082295017654*</li> <li>081250373432</li> <li>081350644775</li> </ol>	<p><i>The need for fuel is currently increasing along with the times, so it is deemed necessary to look for other alternative energy, one of which is alternative energy that is cheap and easy to obtain, is solar energy (solar energy). This study aims to analyze and design a PLTS system at the Central Laboratory of Life Sciences as an alternative energy source. The results of the analysis obtained the number of solar panels as many as 498 units and 6 inverter units. From the design results obtained electrical energy of 128.280 kWh/Year. PLTS is able to provide generated energy of 90.025 kWh/year in the Tarakan Borneo University LSIH building. Excess electrical energy of 38.255 kWh is exported to the PLN system grid as an initial investment value of construction estimated at \$ 133,333.34 (or equivalent to Rp. 2,000,000,000.00-) and can reach the Break Even Point in the 11th year by saving costs of \$ 13,845.77 (equivalent to Rp. 207,686,550-).</i></p> <p><i>Keywords: LSIH, PLTS, Net Present Value, PV*SOL</i></p>

## I. PENDAHULUAN

Pada era sekarang ini, kebutuhan bahan bakar di Indonesia bahkan dunia tiap tahun semakin meningkat. Hal ini dikarenakan bertambahnya populasi manusia yang begitu banyak dan perkembangan teknologi semakin pesat. Jika bahan bakar terus menerus digunakan, bahan bakar tersebut

akan habis, contoh seperti bahan bakar fosil. Semakin meningkatnya penggunaan bahan bakar ini maka harus diminimalisir agar tidak ketergantungan, salah satunya dengan memanfaatkan energi terbarukan (*renewable energy*) yang memiliki keutamaan energi yang dapat diperbarui dan tidak akan pernah habis serta ramah lingkungan. Salah satu contoh energi terbarukan adalah

energi surya (energi matahari) yang dapat kita terapkan di Indonesia mengingat Indonesia adalah negara tropis yang setiap tahun mendapat sinar matahari yang sangat baik. (Hidayat dkk, 2019)[1].

Pada Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional mempunyai sasaran yaitu pada tahun 2025 peran energi baru dan energi terbarukan paling sedikit 23% sepanjang perekonomianannya terpenuhi dan pada tahun 2050 peran energi baru memiliki target energi terbarukan paling sedikit 31% selama perekonomiannya terpenuhi. Menurut RUPTL PT PLN (Persero) periode 2018 s.d. 2027, pemerintah berencana menambah kapasitas pembangkit sebesar 56.395 GW. Dari jumlah tersebut, Energi baru terbarukan akan dibangun sebesar 16 GW atau sekitar 26,7%. Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral jumlah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menurut Permen ESDM Nomor 12 dan Nomor 13 tahun 2019 yang terpasang hingga tahun 2019 di Indonesia hanya 9.761,5 MW (Pangaribuan dkk, 2020)[2].

Terdapat beberapa alat yang digunakan dalam PLTS Atap diantaranya solar panel, inverter, baterai, LV panel, kWh *Export Import*, serta masih banyak lagi. Pada penelitian ini akan membahas mengenai "Perancangan Dan Analisis Finansial Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap Menggunakan *Software* PV\*SOL di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) Universitas Borneo Tarakan". Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk gedung-gedung yang membutuhkan energi listrik yang besar dan dapat mengambil peran dalam "*Green Energy Resources*".

Berdasarkan uraian diatas, maka permasalahan yang akan dibahas adalah:

1. Berapa besar daya yang dihasilkan PLTS atap di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) UBT?
2. Bagaimana perancangan PLTS atap menggunakan *Software* PV\*SOL?
3. Apakah PLTS atap di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) UBT dapat memenuhi kebutuhan beban yang ada ?
4. Bagaimana menganalisa secara finansial pada PLTS atap menggunakan *Software* PV\*SOL ?

## II. KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian yang dilakukan oleh Chamdareno dkk, (2020). Perancangan PLTS di lakukan di atap gedung fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta menggunakan *software* PV\*SOL, dengan panel surya berkapasitas 500 Wp sebanyak 570 buah dan inverter sebanyak 21 unit dengan kapasitas yang berbeda maka area gedung masing-masing disuplai minimal 2 inverter. Dari hasil simulasi dengan potensi sinar matahari sebesar 4.76 kWh/ m<sup>2</sup>/ hari, energi listrik yang dihasilkan sebesar 285 kWp. Total pemakaian energi listrik sebesar 629,739 kWh/tahun yang digunakan pada gedung A B C D Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, PLTS dapat mengakomodasi sebesar 319,431 kWh/tahun atau sebesar 50.7% dari keseluruhan total energi listrik yang kemudian di distribusikan ke beban sebesar 208,362 kWh/tahun [3].

Sedangkan pada penelitian lain dengan melakukan perancangan PLTS atap pada gedung kantor bupati Tapanuli Utara dengan arsitektur rumah adat Batak Toba. Desain PLTS akan disimulasikan dengan *software* HelioScope untuk mengetahui output energi yang dihasilkan. Dari hasil kajian Didapatkan bahwa PLTS kantor Bupati Tapanuli Utara berpotensi menghasilkan daya listrik 39,6 kWp. Simulasi HOMER menghasilkan data energi yang dihasilkan sistem PV sebesar 45.646 kWh dalam satu tahun dan memiliki peran mensuplai energi listrik hingga 52,9 %. Jadi total dari sistem PV dengan Grid energi listrik yang disuplai ke beban sebesar 86.233 kWh/ tahun (Setiawan dkk., 2021) [4].

Lain hal dengan penelitian yang dilakukan oleh Ariawan dkk, ( 2021) dengan melakukan perencanaan pembangunan PLTS *hybrid* di pondok pesantren AL-Anwar 4 Kab.Rembang Jawa Tengah. Desain PLTS dibangun pada area seluas 80 m<sup>2</sup> adalah sistem PLTS *hybrid* membentuk kanopi dengan modul surya berkapasitas 340 Wp sebanyak 30 buah dengan total kapasitas 10,2 kWp dilengkapi dengan sistem backup baterai, rumah daya, dan penangkal petir. Simulasi PLTS dilakukan menggunakan aplikasi PV\*SOL dengan hasil simulasi PLTS tersebut menghasilkan energi listrik hingga 38,49 kWh per hari atau setara dengan 14.052 kWh per tahun dengan *performance ratio* sebesar 81,9% sehingga dapat melakukan penghematan biaya listrik hingga Rp. 12.646.800,- per tahun atau setara dengan Rp. 1.053.900,- per bulan [5]. Penelitian yang telah dilakukan sama dengan penelitian sebelumnya namun yang membedakan adalah lokasi, jumlah daya inverter dan panel surya yang digunakan serta analisis finansial secara manual .

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah peralatan pembangkit listrik yang mengubah daya matahari menjadi listrik. PLTS sering juga disebut Solar Cell, Solar Photovoltaik, atau Solar Energi. PLTS memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (*direct current*), yang dapat diubah menjadi listrik AC (*alternating current*) apabila diperlukan. Oleh karena itu meskipun mendung, selama masih terdapat cahaya, maka PLTS dapat menghasilkan listrik.

PLTS Sebagai salah satu alternatif untuk menggantikan pembangkit listrik menggunakan uap (dengan minyak dan batubara). Perkembangan teknologi dalam membuat panel surya yang lebih baik dari tingkat efisiensi, pembuatan aki yang tahan lama, pembuatan alat elektronik yang dapat menggunakan *Direct Current*, adalah sangat menguntungkan dari segi pemanfaatan energi surya.

### B. Komponen pada Sistem Pembangkit Tenaga Surya

#### 1. *Photovoltaic*

*Photovoltaic* atau yang biasa disebut modul surya merupakan bahan semikonduktor yang berfungsi untuk mengubah sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik. Perubahan sinar matahari menjadi energi listrik ini disebut efek *photovoltaic*. Kinerja *photovoltaic* sendiri sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari karena semakin tinggi intensitas cahaya matahari maka semakin besar energi listrik yang dihasilkan oleh *photovoltaic*.

## 2. Inverter

Inverter adalah komponen elektronika pendukung panel PV untuk mengubah arus searah (*direct current*, DC) menjadi arus bolak-balik (*alternating current*, AC) yang umumnya peralatan listrik butuhkan. Pemilihan inverter yang tepat untuk aplikasi tertentu tergantung kepada kebutuhan beban dan juga kepada sistem itu sendiri, apakah sistem yang terhubung ke jaringan listrik (*grid connected*) atau sistem yang berdiri sendiri (*stand alone system*). Efisiensi inverter pada saat pengoperasian adalah sekitar 90%.

Rugi-rugi/ *losses* yang terjadi pada inverter biasanya berupa disipasi daya dalam bentuk panas. Efisiensi tertinggi dimiliki oleh grid tie inverter dan bisa mencapai 95%-97% bila beban outputnya hampir mendekati rated bebannya. Kapasitas sebuah inverter menentukan jumlah daya AC yang bisa disediakan terus menerus. Satuan ukuran inverter adalah Watt. Selain itu sebagai proteksi inverter juga dilengkapi toleransi lonjakan arus listrik yang menyatakan bahwa dalam selang waktu tertentu sejumlah daya dapat disuplai oleh inverter sebelum gangguan diputuskan demi melindungi inverter tersebut.

## 3. kWh Meter Ekspor-Impor

Untuk memenuhi kebutuhan listrik disuatu lokasi dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya, maka perlu digabungkan dengan jaringan listrik PLN. Metode untuk menghubungkan beban dengan PLTS atau memutuskannya ketika panel surya sedang tidak beroperasi atau dengan kata lain energi matahari yang dihasilkan sangat sedikit yaitu *switching*. Pada metode *switching* diperlukan kWh meter ekspor-impor. Dimana kWh tersebut akan membaca kWh Impor dari PLTS ke PLN. kWh ekspor akan menghitung jumlah energi listrik yang disalurkan dari sistem instalasi pelanggan PLTS atap ke sistem jaringan yang akan terhitung pada kWh meter ekspor impor. Skema *offset* kWh yaitu energi pemakaian konsumen dari PLN dikurangkan dengan energi dari PLTS atap yang dikirim ke PLN. Sehingga dapat dihitung pengurangan tagihan listrik pelanggan yang memiliki PLTS, yang dinamakan dengan sistem net metering.

## 4. Panel Bagi

Panel bagi adalah panel yang digunakan untuk membagi penggunaan daya listrik pada sistem PLTS atap. Panel bagi akan secara otomatis memutus sumber energi listrik dari PLN ketika pemenuhan daya instalasi listrik menggunakan energi listrik dari PLTS. Sebaliknya, akan memutus energi listrik dari PLTS ketika pemenuhan daya instalasi listrik menggunakan energi listrik dari PLN.

## C. Faktor Pengoperasian Panel Surya

Pengoperasian maksimum panel surya sangat tergantung pada:

### 1. Suhu Modul

Sebuah panel surya dapat beroperasi secara maksimal jika suhu panel tetap normal pada suhu 25°C. Kenaikan suhu lebih tinggi dari suhu normal pada panel surya akan melemahkan tegangan *open circuit* (Voc) yang dihasilkan. Setiap kenaikan suhu surya 1°C (dari 25°C) akan

mengakibatkan berkurangnya daya yang dihasilkan sekitar 0,5% (Schaeer, 1990). Menghitung besarnya daya yang berkurang pada saat suhu disekitar panel mengalami kenaikan °C dari suhu standar, menggunakan persamaan (2.1):

$$P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ\text{C}} = 0,5\% \text{perc}^\circ\text{C} \times P_{MPP} \times \Delta t \quad (2.1)$$

Keterangan:

$P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ\text{C}}$  = Daya pada saat suhu naik °C dari suhu standar

$P_{MPP}$  = Daya keluaran maksimal modul surya

$\Delta t$  = Kenaikan suhu

Daya keluaran maksimum panel surya pada saat suhu naik menjadi t°C dari suhu standar dihitung dengan persamaan (2.2):

$$P_{MPP \text{ saat naik menjadi } t^\circ\text{C}} = P_{MPP} - P_{\text{saat } t \text{ naik } ^\circ\text{C}} \quad (2.2)$$

$P_{MPP}$  saat saat t naik menjadi t °C adalah daya keluaran maksimum panel surya pada saat suhu di sekitar panel naik menjadi t °C dari suhu standar. Faktor koreksi temperatur (*Temperatur Correction Factor*) dihitung dengan persamaan (2.3):

$$TCF = \frac{P_{mpp \text{ suhu naik}}}{P_{mpp}} \quad (2.3)$$

### 2. Radiasi solar matahari (*insolation*)

Radiasi matahari di bumi pada lokasi yang berbeda akan bervariasi dan sangat bergantung dengan keadaan spektrum matahari ke bumi. Radiasi matahari akan berpengaruh terhadap daya yang dikeluarkan oleh panel.

### 3. Kecepatan Tiup Angin

Kecepatan tiupan angin di sekitar lokasi panel surya akan sangat membantu terhadap pendinginan suhu permukaan panel sehingga suhu dapat terjaga di kisaran suhu yang kondusif.

### 4. Keadaan atmosfer bumi

Keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, jenis debu udara, asap, uap air, kabut dan polusi sangat menentukan kinerja dari panel surya.

### 5. Orientasi panel atau *array PV*

Orientasi dari rangkaian/deretan PV (*array*) ke arah matahari secara optimum adalah penting agar panel/deretan PV dapat menghasilkan energi maksimum. Selain arah orientasi, sudut orientasi (*tilt angle*) dari panel/deretan PV juga sangat mempengaruhi hasil energi maksimum. Sebagai contoh: untuk lokasi yang terletak di belahan Utara, maka panel/deretan PV sebaiknya diorientasikan ke Selatan, walaupun juga orientasi ke Timur atau ke Barat dapat menghasilkan sejumlah energi dari panel-panel/deretan PV, tetapi tidak akan mendapatkan energi matahari optimum.

### 6. Posisi letak sel surya (*array*)

Agar energi matahari yang diserap berada pada nilai yang optimal maka permukaan panel surya harus dipertahankan tegak lurus terhadap sinar matahari yang jatuh ke permukaan panel surya. Oleh karena itu peletakan panel surya sangat penting agar kinerja panel surya maksimal.

a. Menghitung Daya yang Dibangkitkan PLTS (Watt-peak)

Besar daya yang dibangkitkan PLTS (*Watt Peak*) dapat dihitung dengan persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$P_{Watt\ Peak} = Area\ Array \times PSI \times \eta_{pv} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$P_{Watt\ Peak}$  = Besar daya yang dibangkitkan PLTS (*Wattpeak*)

PSI = *Peak solar insolation* ( $1000W/m^2$ )

$\eta_{pv}$  = Efisiensi Panel Surya (%)

b. Menghitung Jumlah Panel Surya

Dalam menentukan jumlah panel surya yang akan digunakan, ditentukan dengan persamaan (2.7) berikut:

$$Jumlah\ panel\ surya = \frac{P_{Watt\ Peak}}{P_{MPP}} \quad (2.7)$$

Keterangan:

$P_{Watt\ Peak}$  = Daya yang dibangkitkan ( $W_p$ )

$P_{MPP}$  = Besar daya yang dibangkitkan PLTS (*Wattpeak*)

D. Simulasi dengan *Software* PV\*SOL



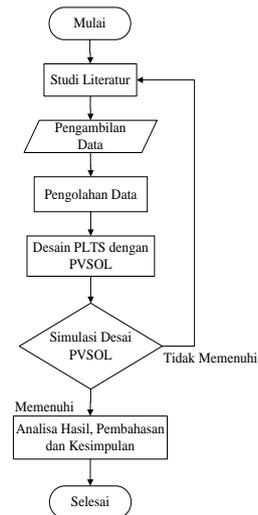
Gambar 1. Tampilan *Software* PV\*SOL

Data Simulasi:

1. Spesifikasi *Software* : PV\*SOL Premium 2021, Valentin *Software* .
2. spesifikasi *Hardware*: Notebook MSI Intel Core i5 8<sup>th</sup> Gen.
3. Panel surya: JA Solar Holdings Co., Ltd. *Monocrystalline* 550 Wp.
4. Inverter : GROWATT New Energy Co., Ltd. Type 40 KTL3-X, 35KTL3-XL, 60KTL3 dan 70KTL3 LV.
5. Tipe Instalasi : Paralel Atap.
6. Kabel: Semua kabel berbahan tembaga 2,5 mm.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam perancangan PLTS ini adalah metode simulasi dengan menggunakan *software* PV\*SOL dan pengumpulan data dilakukan secara observasi langsung di Laboratorium sentral Ilmu Hayati (LSIH) Universitas Borneo Tarakan.



Gambar 2. *Flowchat*

Prosedur pada penelitian adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur untuk mengkaji dan mengetahui secara teori metode yang di gunakan dalam metode pemecah masalah. Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Dasar teori yang menunjang dalam proses penelitian diambil dari buku, artikel penelitian, jurnal dan situs internet.

2. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan guna untuk mempermudah dalam pengumpulan data-data yang dibutuhkan seperti jenis beban, Jumlah beban, dan lama pemakaian akan diketahui setelah meninjau langsung lokasi penelitian. Dapat berupa wawancara atau observasi di lokasi penelitian. Pada PV\*SOL data yang dibutuhkan berupa data *project*, data *climate*, grid, dan tipe sistem, data konsumsi, data *cable*, *design*, diagram, dan *Financial* Analisis.

3. Pengolahan Data

Tahap ini peneliti melakukan pemrosesan data-data yang diperlukan dari pengambilan data sebelumnya untuk mempermudah dalam menghitung total daya beban keseluruhan dan untuk memenuhi parameter *software* PV\*SOL.

4. Desain PLTS dengan *software* PV\*SOL

Desain PLTS dilakukan menggunakan *software* PV\*SOL sebagai gambaran dari perancangan yang ingin dilakukan peneliti.

5. Simulasi Desain PV\*SOL

Pada Tahap simulasi desain PV\*SOL ini, dilakukan untuk menguji sistem rancangan desain. Apakah hasil yang didapat sesuai dengan yang diinginkan? Jika memenuhi beban maka akan dilanjutkan ke prosedur 6, tetapi jika tidak memenuhi beban maka akan kembali pada prosedur awal (Studi Literatur).

6. Analisa Hasil, Pembahasan dan Kesimpulan

Tahap terakhir adalah analisa dan kesimpulan, dilakukan untuk menjawab tujuan penelitian dari hasil simulasi yang dijalankan. Dan pembahasan mengenai cara mendapatkan hasil tujuan. Maka akan dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil penelitian, berisi hasil apakah sesuai dengan yang diinginkan atau tidak.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lokasi Pemasangan

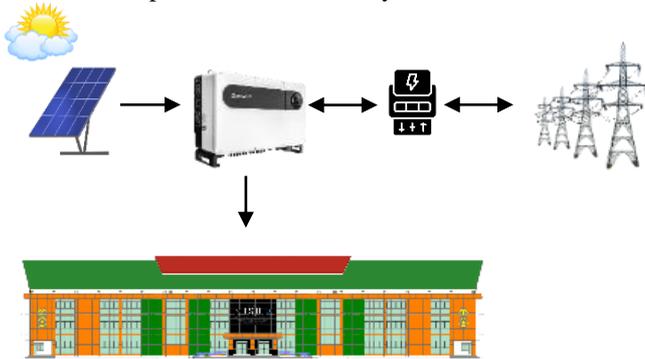
Lokasi penelitian pada Gedung Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) UBT terletak pada koordinat 3.304175,117.648112 yang berada di Kawasan Universitas Borneo Tarakan Jl.Amal lama Rt.1 Pantai amal Tarakan timur Kota Tarakan Kalimantan Utara.



Gambar 3. Titik Pemasangan PLTS

B. Desain PLTS On-Grid

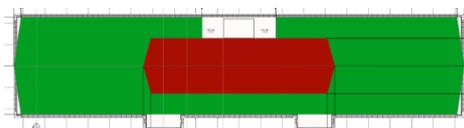
Pembangkit listrik tenaga surya dipasang pada atap gedung Laboratorium Sentral Ilmu Hayati(LSIH) UBT untuk dapat memenuhi kebutuhan energi listrik pada gedung tersebut. Sistem jaringan yang digunakan yaitu *on-grid*, Sistem *On-grid* merupakan sistem paling sederhana dan paling hemat biaya untuk menginstal energi panel surya dibanding dengan sistem *Off-Grid*, namun sistem ini tidak memberikan daya cadangan selama pemadaman listrik. Dan juga pada malam hari aktivitas perkuliahan tidak banyak.



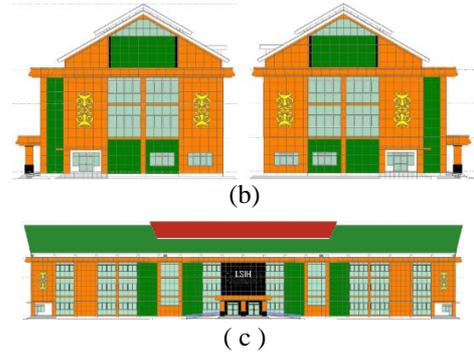
Gambar 4. Rencana Instalasi PLTS

C. Desain Pemasangan

Panel surya akan dipasang diatap gedung Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) dengan luas area atap sebesar 1287 m<sup>2</sup> Panel surya akan dipasang pada atap seperti gambar yang di sajikan dibawah dengan kemiringan atap 30° menghadap ke timur dan ke barat tanpa adanya bayangan dari gedung atau pepohonan lainnya.



(a)



Gambar 5. (a)Gambar atap gedung, (b)Gambar gedung tampak samping kiri dan kanan. (c)Gambar gedung tampak depan

Daftar beban listrik diperoleh dari observasi langsung ke gedung Laboratorium Sentral Ilmu Hayati(LSIH) UBT. Sehingga dapat diperoleh pemakaian beban sebagai berikut :

Tabel I. Data Beban di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) UBT

No	Jenis Beban	Jumlah (m)	Daya (W)	Total Daya (W)	Waktu (jam)	Hari/Thn	Total Konsumsi Energi Listrik (Wh)
1	Lampu downlight (LED) 9 W	48	9	432	8 jam	261	902016
2	Lampu downlight (LED) 18 W	75	18	1350	8 jam	261	281880
3	Lampu IRM 2x22W	10	22	2222	8 jam	261	4639536
4	AC Indoor 1 PK	2	840	1680	8 jam	261	3507840
5	AC Indoor 1.5 PK	32	1170	37440	8 jam	261	78174720
6	AC Indoor 2 PK	5	1920	9600	8 jam	261	20044800
7	AC Indoor 2.5 PK	44	2570	113080	8 jam	261	236111040
8	Exhaust Fan	8	74	592	8 jam	261	1236096
9	Memerten oven	2	3400	6800	8 jam	261	14198400
10	Lemari Pendingin	4	840	3360	24 jam	365	29433600
11	Fume hood	1	880	880	24 jam	261	5512320
12	Water bath	1	1000	1000	8 jam	261	208800
13	HS-3001 Electric Aspirator	1	150	150	8 jam	261	313200

1	Clean	1	450	450	8	261	939600
4	bench				jam		
1	Air	1	770	770	8	261	160776
5	compre				jam		0
	ssor						
1	herathe	1	300	300	24	261	187920
6	rm				jam		0
1	Autocla	1	200	2000	8	261	417600
7	ve SX-		0		jam		0
	500						
<b>Total :</b>		<b>32</b>	<b>16.4</b>	<b>182.1</b>	<b>184</b>	<b>4541</b>	<b>407,58</b>
		<b>8</b>	<b>13</b>	<b>06</b>	<b>Jam</b>		<b>2 kWh</b>

**D. Menentukan Kapasitas Modul**

Sesuai dengan ketentuan yang berlaku, panel surya memiliki penurunan kapasitas daya yang dihasilkan jika melebihi dari standar suhu optimal panel surya tersebut bekerja. Jika panel surya tersebut bekerja diatas suhu 25 °C maka akan berkurang 0.5% setiap perubahan suhunya. Suhu yang terdapat pada lokasi pemasangan PLTS sebesar 26.7°C. Maka kenaikan suhu sebesar 1,7°C. maka dapat dihitung dengan persamaan (2.1) hal.11 sebagai berikut:

$$P_{saat\ t\ naik\ ^\circ C} = 0,5\%perc^\circ C \times P_{MPP} \times \Delta t = 0,5\% \times 550\ W \times 1,7^\circ C = 4,675\ W$$

Keluaran daya saat suhu naik 1,7°C dapat dihitung menggunakan pers(2.2) hal.11 berikut :

$$P_{MPP\ saat\ naik\ menjadi\ t^\circ C} = P_{MPP} - P_{saat\ t\ naik\ ^\circ C}$$

$$1,7^\circ C = 550\ W - 4,675\ W = 545,325\ W$$

Sehingga *Themperatur Correction Factor* dihitung dengan persamaan (2.3) hal.11 :

$$TCF = \frac{P_{mpp\ suhu\ naik}}{P_{mpp}} = \frac{545,325\ W}{550} = 0,99^\circ$$

PV *Area array* surya didapatkan dari hasil simulasi PV\*SOL yaitu sebesar 180,9 m<sup>2</sup>*area array 1*, 485,9m<sup>2</sup> *area array 2*, 439,3m<sup>2</sup>*area array 3*, dan 180,9m<sup>2</sup>*area array*. sehingga dapat diketahui besaran daya yang di bangkitkan PLTS dihitung menggunakan persamaan (2.6) hal.13 berikut:

Selanjutnya menentukan jumlah panel surya yang akan digunakan pada perancangan sesuai dengan besaran *P<sub>Watt Peak</sub>* pada masing-masing *area array* diatas, yang dapat dihitung menggunakan persamaan (2.7) hal.13 sehingga jumlah panel surya yang digunakan sebagai berikut:

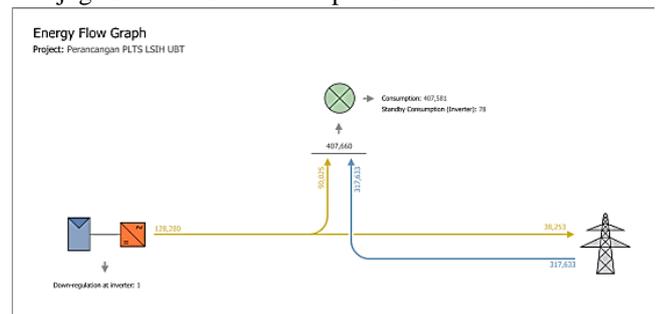
Tabel II. Jumlah Panel Surya

Pwatt peak	Jumlah Panel Surya
<i>Area array 1</i> (38,513 Wp)	70
<i>Area array 2</i> (103,448 Wp)	188
<i>Area array 3</i> (93,526 Wp)	170
<i>Area array 4</i> (38,513 Wp)	70
Total	498

Berdasarkan hasil perancangan simulasi PV\*SOL dan perhitungan yang dilakukan, didapatkan Jumlah panel surya pada *area array 1* sebanyak 70 buah panel surya yang terhubung dengan 1 buah inverter berkapasitas 40 kWh. *Area array 2* sebanyak 188 panel surya terhubung 2 buah inverter berkapasitas 35 kWh dan 70 kWh, *area array 3* sebanyak 170 panel surya yang terhubung dengan 2 buah inverter berkapasitas 35 kWh dan 60 kWh. Dan terakhir

*area array 4* inverter berkapasitas 40 kWh yang terhubung 70 panel surya. Sehingga total panel surya yang digunakan pada perancangan ini sebanyak 498 buah.

Perancangan pada area atap gedung LSIH UBT dengan luas 1287 m<sup>2</sup> ini dapat dipasang panel surya berkapasitas 550 W sebanyak 498. Hal ini dikarenakan beberapa faktor, pertama dengan kapasitas beban yang dapat dilihat pada tabel 4.1 hal 3 diatas yang sangat besar maka membutuhkan kapasitas panel surya yang besar pula agar jumlah panel surya yang digunakan tidak terlalu banyak bila menggunakan kapasitas yang lebih kecil dari itu. Faktor kedua yaitu semakin banyaknya panel surya yang digunakan maka akan semakin banyak pengkabelan, semakin banyak pengkabelan maka semakin banyak *losses* yang dihasilkan dan juga semakin sulit dalam pelaksanaan *maintenance*.



Gambar 6. Energy Flow Graph

PLTS *on-grid* yang dirancang pada *software PV\*SOL* ini dengan pemakaian sebanyak 498 panel surya dan 6 buah inverter menghasilkan energi listrik sebesar 128,280 kWh. Dengan total konsumsi beban pada gedung LSIH UBT sebesar 407,660 kWh, PLTS mampu memberikan sumbangsih energi pada gedung LSIH UBT tersebut sebesar 90,025 kWh/thn dan sisa kebutuhannya masih tetap di suplai oleh energi grid dari PLN sebesar 317,633 kWh/thn sehingga kemandirian menggunakan PLTS *on-grid* ini sebesar 22,1% .

**Hasil Analisa Finansial**

Program simulasi yang dihimpun oleh *software PV\*SOL* menunjukkan bahwa perkiraan investasi awal untuk mengimplementasikan PLTS pada roof top di Gedung Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) UBT sebesar \$133,333.34 (atau setara dengan Rp. 2.000.000.000,00-) Perkiraan biaya tersebut diambil dari rata-rata tarif instalasi PLTS yang dikerjakan oleh beberapa perusahaan lokal dengan estimasi biaya sekitar Rp 13.000.000,-/kWp. Sesuai simulasi yang dihasilkan program tersebut, biaya investasi baru dapat menyentuh Break Even Point di tahun ke-11. Biaya energi yang dikeluarkan apabila menggunakan PLTS berbanding dengan biaya dari PLN, maka akan mendapat penghematan biaya \$13.845,77(setara dengan Rp.207.686.550,00-) atau menghemat sekitar 22,1%.

**V. KESIMPULAN**

Dengan rencana instalasi seperti yang disajikan pada gambar 4.2, perencanaan PLTS menggunakan panel surya berkapasitas 550 W sebanyak 498 buah dan 6 buah inverter di luas atap 1287 m<sup>2</sup> mampu menghasilkan energi listrik sebesar 128,280 kWh/thn. Dari total keseluruhan daya konsumsi sebesar 407,581 kWh/thn, PLTS mampu memberikan energi pada gedung LSIH Universitas Borneo

Tarakan tersebut sebesar 90,025 kWh/thn. Invetasi awal diperkirakan sebesar \$133.333,34 (setara dengan Rp. 2.000.000.000,00-) dan baru dapat menyentuh *Even Break Point* di tahun ke-11 dengan menghemat biaya sebesar \$13.845,77(setara dengan Rp. 207.686.550,00-)

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat, F., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro. *Transien*, 7 (4), 875.
- [2] Pangaribuan, B. M., Ayu, I., Giriantari, D., & Sukerayasa, I. W. (2020). Desain PLTS Atap Kampus Universitas Udayana: Gedung Rektorat. *Jurnal SPEKTRUM Vol*, 7(2).
- [3] chamdareno, p. g., sasongko, a. f. p., & budiyanto, b. (2020). perencanaan plts pada roof top gedung fakultas teknik universitas muhammadiyah jakarta dengan menggunakan simulasi program pv\* sol. *technologic*, 11.
- [4] silaban, i. o., kumara, i. n. s., & setiawan, i. n. (2021). perancangan plts atap pada gedung kantor bupati tapanuli utara dengan arsitektur rumah adat batak toba. *jurnal spektrum vol*, 8(2).
- [5] Ariawan, A. M., & Sinaga, N. (2021). Perencanaan Pembangunan Plts Hybrid Di Pondok Pesantren Al-Anwar 4 Serang, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Sains Dan Teknologi Reaksi*, 19(01).
- [6] Hutajulu, A. G., Siregar, M. R., & Pambudi, M. P. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) On Grid di Ecopark Ancol. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 23-33.
- [7] Giatman, M. 2006. Ekonomi Teknik. Raja Grafindo Persada, Jakarta.