

# Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Atap Kantor PT. Sinopacific Peralatan Indonusa Makassar dengan Sistem Hybrid

A. Irma Aryanti<sup>1\*</sup>, Chaerani Angel T.<sup>2</sup>, Muh. Rezky<sup>3</sup>, A. M. Shiddiq Yunus<sup>4</sup>,  
Dahlia Nur<sup>5</sup> dan Yanafirana<sup>6</sup>.

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

<sup>5</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

<sup>6</sup>Jurusan Akuntansi, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

\*[email\\_andiirmaaryanti29@gmail.com](mailto:email_andiirmaaryanti29@gmail.com), [email\\_chaerani210@gmail.com](mailto:email_chaerani210@gmail.com)

**Abstract:** Energy needs increase from year to year along with the development of technology and industry. However, currently 80% of the energy used still uses conventional energy which is non-renewable and not environmentally friendly. If not resolved, there will likely be an energy crisis. Innovation in alternative energy from the latest sources is very necessary, to meet energy needs, one of which is Solar Power Plants (SPP). Energy from sunlight can be used as electricity generation energy. This is done when the sun shines on the solar panel, this light will then be absorbed. The part of the solar panel that absorbs solar energy is photovoltaic or PV. This effect will then create an electric charge. In city areas there is great potential for developing solar power plants with hybrid systems that are applied on building roofs. By using data collection techniques in the form of interviews and observation methods as well as measurements which are then calculated using formulas, using simulation software to design a SPP system using PVsyst, obtaining Detailed Engineering Design (DED) and Homer Pro software which will be used to determine the estimated cost of producing electrical energy generated.

**Keywords:** SPP, Hybrid, PVsyst, HOMER Pro, DED.

**Abstrak:** Kebutuhan energi dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi dan industri. Hanya saja, saat ini energi yang digunakan sebanyak 80% masih menggunakan energi konvensional yang tidak dapat diperbaharui dan tidak ramah lingkungan. Jika tidak ditangani, kemungkinan akan terjadi krisis energi. Inovasi energi alternatif dari sumber terbarukan sangatlah diperlukan, untuk memenuhi kebutuhan energi salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Energi dari sinar matahari dapat dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik. Hal ini dilakukan ketika matahari menyinari panel surya, cahaya ini kemudian akan diserap. Bagian di panel surya yang menyerap energi matahari ini adalah photovoltaic atau PV. Efek ini kemudian akan menciptakan muatan listrik. Di kawasan kota berpotensi besar dikembangkannya Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan sistem *hybrid* yang diaplikasikan di atap bangunan. Dengan menggunakan teknik pengumpulan data berupa metode wawancara dan observasi serta pengukuran yang selanjutnya diperhitungkan dengan rumus, menggunakan *software* simulasi untuk mendesain sistem PLTS menggunakan PVsyst, memperoleh *Detail Engineering Design* (DED) dan *software* Homer Pro yang akan digunakan untuk mengetahui estimasi biaya produksi energi listrik yang dihasilkan.

**Kata kunci:** PLTS, Hybrid, PVsyst, HOMER Pro, DED.

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi global terus meningkat 1,5% setiap tahunnya hingga 2030, dimana kebutuhan energi ini umumnya digunakan sebagai energi listrik [1]. Kebutuhan energi listrik di Indonesia juga meningkat setiap tahun, menurut Perusahaan Listrik Negara di Indonesia (PLN), kebutuhan listrik nasional mencapai 232.296 TWh pada tahun 2018 dan tumbuh 5,1% per tahun. Tuntutan tersebut tidak hanya pada wilayah ibukota di pulau-pulau besar, bahkan sampai wilayah di pulau-pulau kecil. Namun, total produksi listrik pada tahun 2018 baru mencapai 220.817 TWh yang masih didominasi oleh bahan bakar fosil yaitu batu bara, minyak dan gas bumi sebesar 59,6% [2].

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengalihkan penggunaan energi fosil mengingat energi tersebut merupakan penghasil emisi terbesar di dunia saat ini. Salah satu upaya adalah dengan mengalihkan sumber energi primer dari energi fosil menjadi energi terbarukan dan berkelanjutan [3],

[4]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) termasuk dalam salah satu sumber energi baru dan terbarukan yang memanfaatkan sumber energi matahari sebagai energi listrik. Berdasarkan topografi dan geografi wilayah Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa mempunyai potensi yang besar sebagai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi surya rata-rata sekitar 4.8 kWh/m<sup>2</sup> per hari di seluruh wilayah Indonesia [5]-[7].

Dikawasan kota memiliki potensi besar untuk dikembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dapat diaplikasikan pada atap bangunan. Sistem PLTS dapat dilakukan dengan Sistem *Hybrid*. Sistem PLTS *Hybrid* adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang didukung oleh teknologi *Hybrid*, sistem listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat digabungkan dengan listrik dari PLN untuk memudahkan pengguna mendapatkan dukungan energi listrik yang optimal sekaligusantisipasi saat terjadi kekurangan daya atau pemadaman [8]-[10].

Salah satu perusahaan yang mempunyai lokasi potensial dalam perencanaan ketenagalistrikan adalah PT. Sinopacific Peralatan Indonusa Makassar yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang distributor alat berat, yang meliputi penjualan dan service alat berat dan memiliki luas bangunan 22.7 x 16 Meter persegi dengan model atap menggunakan bahan spandek serta posisi bangunan yang menghadap ke selatan barat daya sehingga PLTS dapat bekerja secara optimal. Dengan besar penggunaan daya mencapai 212, 793 Watt dalam satu minggu dan sekitar 911, 970 Watt dalam sebulan. Dengan jumlah penggunaan daya yang besar tersebut membuat perusahaan sering membeli token listrik tambahan beberapa kali dalam sebulan, sehingga membutuhkan penghematan pengeluaran biaya listrik PLN.

Berdasarkan kondisi tersebut pemanfaatan sinar matahari melalui perencanaan PLTS merupakan langkah yang tepat untuk memenuhi kebutuhan dasar kelistrikan pada atap kantor PT. Sinopacific Peralatan Indonusa Makassar Dengan Sistem *Hybrid*, untuk mengurangi biaya penggunaan listrik dengan menggunakan *software* simulasi untuk mendesain sistem PLTS, memperoleh hasil *Detail Engineering Design* (DED) dan mengetahui estimasi produksi energi yang dihasilkan. Pada perencanaan ini penggunaan *Software* PVsyst, AutoCAD dan Homer Pro yang akan digunakan dalam mendesain dan mensimulasikan sistem PLTS untuk mengetahui kapasitas modul surya yang dapat terpasang dan estimasi produksi energi listrik yang dihasilkan.

## II. METODE PENELITIAN

Metode dan Jenis penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan metode yang berisi tentang pengolahan data berupa angka. Dimana pada penyusunan penelitian ini akan mengumpulkan data primer kemudian dilakukan perencanaan PLTS menggunakan perangkat lunak PVsyst 7.3, Autocad dan HOMER Pro pada perencanaan rangkaian dan komponen PLTS yang akan digunakan di PT. Sinopacific Peralatan Indonusa Makassar.

### 2.1 Teknik Analisis Data

Adapun teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis teknis dan analisis ekonomi.

#### 1) Analisis Teknis

Analisis Teknis dilakukan setelah melakukan rancangan PLTS dengan sistem *Hybrid*, berdasarkan hasil rancangan yang diperoleh maka dilakukan analisis secara teknis yaitu berdasarkan energi listrik yang dihasilkan. Analisis teknis ini didapatkan dari hasil simulasi yang diperoleh dari PVsyst.

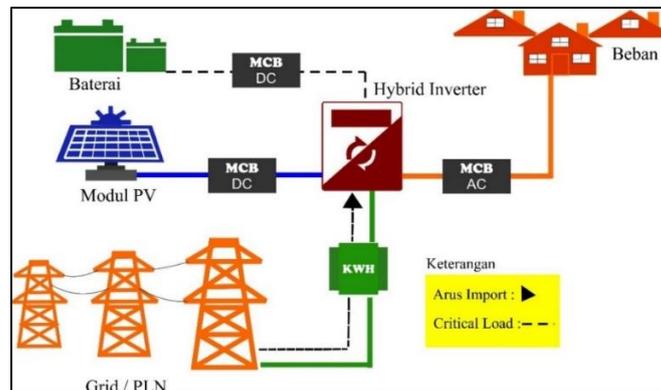
#### 2) Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi mencakup biaya modal untuk memasang sistem PLTS, berdasarkan harga komponen yang beredar di pasaran. selanjutnya menghitung biaya Kembali modal berdasarkan Kelayakan Ekonomi PLTS yang ditentukan berdasarkan hasil perhitungan *Discounted Payback Period* (DPP), *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Profitability Index* (PI).

## 2.2 Prosedur Penelitian

### 1) Diagram Blok

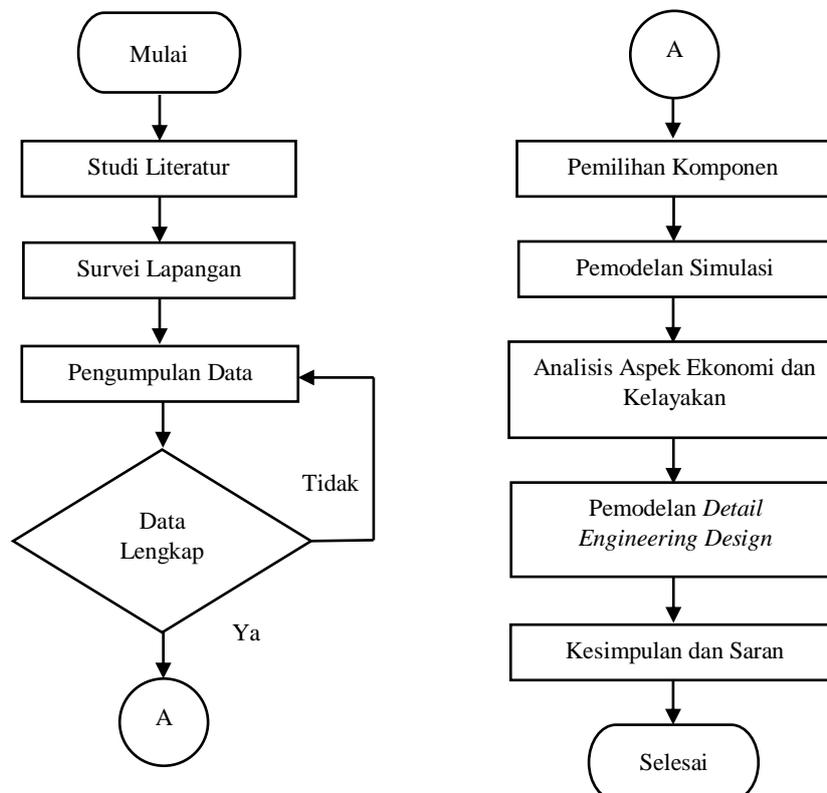
Diagram blok ini bertujuan untuk menjadi acuan perencanaan perangkat. Pada perencanaan alat ini penulis merancang sistem dalam blok-blok sebagai gambaran untuk memudahkan penulis dalam merangkainya menjadi sebuah rangkaian terpadu. Adapun diagram blok penelitian ini seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok [8]

### 2) Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)

Diagram alir bertujuan agar memperjelas serta mempermudah langkah-langkah apa saja yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Adapun diagram alir dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Data Beban Listrik Harian

Tabel 1. Data Beban Listrik Harian

No	Jenis Beban	Jumlah	Daya (Watt)	Daya Total (Watt)	Waktu Pemakaian/Hari (h)		Kebutuhan Energi (Wh)		Total Energi (Wh)
					Siang	Malam	Siang	Malam	
1	Lampu	16	15	240	10	2	2400	480	2880
2	AC 1 PK	4	495	1980	9	0	17820	0	17820
3	Wifi	2	18	36	12	12	432	432	864
4	Charger Laptop	5	65	325	3	0	975	0	975
5	Dispenser	1	190	190	12	12	2280	2280	4560
6	Kompresor	1	1500	1500	1	0	1500	0	1500
7	Mesin Las	1	900	900	2	0	1800	0	1800
<b>Total</b>			<b>3183</b>	<b>5171</b>	<b>49</b>	<b>26</b>	<b>27207</b>	<b>3192</b>	<b>30399</b>

Berdasarkan perhitungan estimasi daya listrik didapatkan konsumsi listrik harian pada gedung PT. Sinopacific sebesar 30399 Wh. Konsumsi listrik terbesar terdapat pada penggunaan AC yakni sebesar 17820 Wh, sedangkan konsumsi daya terendah didapatkan penggunaan pada Wifi dengan konsumsi listrik sebesar 864 Wh.

#### 3.2 Hasil Perencanaan PLTS Menggunakan Software PVsyst

##### 3.2.1 Hasil Simulasi PVsyst

Berikut merupakan hasil dari simulasi PLTS pada PVsyst dengan parameter-parameter yang sudah dimasukkan. Hasil simulasi akan dijelaskan pada Gambar 3 berikut.

##### 1) Karakteristik PV Array

PV Array Characteristics			
<b>PV module</b>		<b>Inverter</b>	
Manufacturer	CSI Solar	Manufacturer	Powmr
Model	CS3W-410P	Model	Powmr 6200
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	410 Wp	Unit Nom. Power	6.20 kWac
Number of PV modules	16 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	6.56 kWp	Total power	6.2 kWac
Modules	2 Strings x 8 In series	Operating voltage	90-450 V
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Pnom ratio (DC:AC)	1.06
Pmpp	5.95 kWp	<b>Total inverter power</b>	
U mpp	283 V	Total power	6.2 kWac
I mpp	21 A	Number of inverters	1 unit
<b>Total PV power</b>		Pnom ratio	1.06
Nominal (STC)	7 kWp	<b>Battery Storage</b>	
Total	16 modules	<b>Battery</b>	
Module area	35.3 m²	Manufacturer	ZTE
Cell area	31.7 m²	Model	ZTE ZXDC48 FB100CI
<b>Battery pack</b>		<b>Battery Pack Characteristics</b>	
Nb. of units	1 Unit	Voltage	48 V
Discharging min. SOC	20.0 %	Nominal Capacity	100 Ah (C10)
Stored energy	3.7 kWh	Temperature	Fixed 20 °C
<b>Battery input charger</b>		<b>Battery to Grid inverter</b>	
Model	Generic	Manufacturer	Generic
Max. charg. power	3.0 kWdc	Max. disch. power	4.2 kWac
Max./Euro effic.	97.0/95.0 %	Max./Euro effic.	97.0/95.0 %

Gambar 3. Hasil Simulasi PVsyst

Gambar 3 merupakan laporan hasil simulasi pada perencanaan sesuai dengan usulan beban yang membutuhkan rata – rata energi sebesar 30399 Wh/hari, dimana modul panel yang digunakan yaitu jenis *Polycrystalline* model CS3W-410P pabrikan Canadian Solar.

2) Produksi Energi Tahunan

Balances and main results										
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_User	E_Solar	EUnused	EFrGrid
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	141.7	72.70	26.40	134.1	127.3	749	942.4	582.5	56.6	359.8
February	135.8	75.80	26.30	131.3	124.8	731	851.2	585.2	93.3	266.0
March	178.3	84.30	26.40	177.8	169.6	990	942.4	752.5	170.9	189.8
April	177.3	69.90	26.60	182.8	174.8	1015	912.0	740.1	207.4	171.9
May	185.1	70.20	26.60	196.2	187.8	1093	942.4	785.1	238.2	157.3
June	170.1	58.70	26.10	183.2	175.3	1026	912.0	767.4	192.8	144.6
July	184.4	59.10	25.70	197.8	189.3	1107	942.4	809.8	226.6	132.6
August	207.7	59.40	25.80	218.9	209.6	1217	942.4	836.5	303.1	105.9
September	216.6	64.60	26.30	218.7	209.3	1208	912.0	794.7	337.0	117.2
October	218.5	74.70	26.70	212.9	203.1	1176	942.4	797.1	304.3	145.3
November	182.7	79.30	26.70	172.3	163.8	956	912.0	711.2	180.8	200.8
December	147.3	82.80	26.50	139.7	132.2	777	942.4	636.2	84.7	306.2
Year	2145.4	851.49	26.34	2165.7	2066.9	12046	11095.6	8798.4	2395.8	2297.3

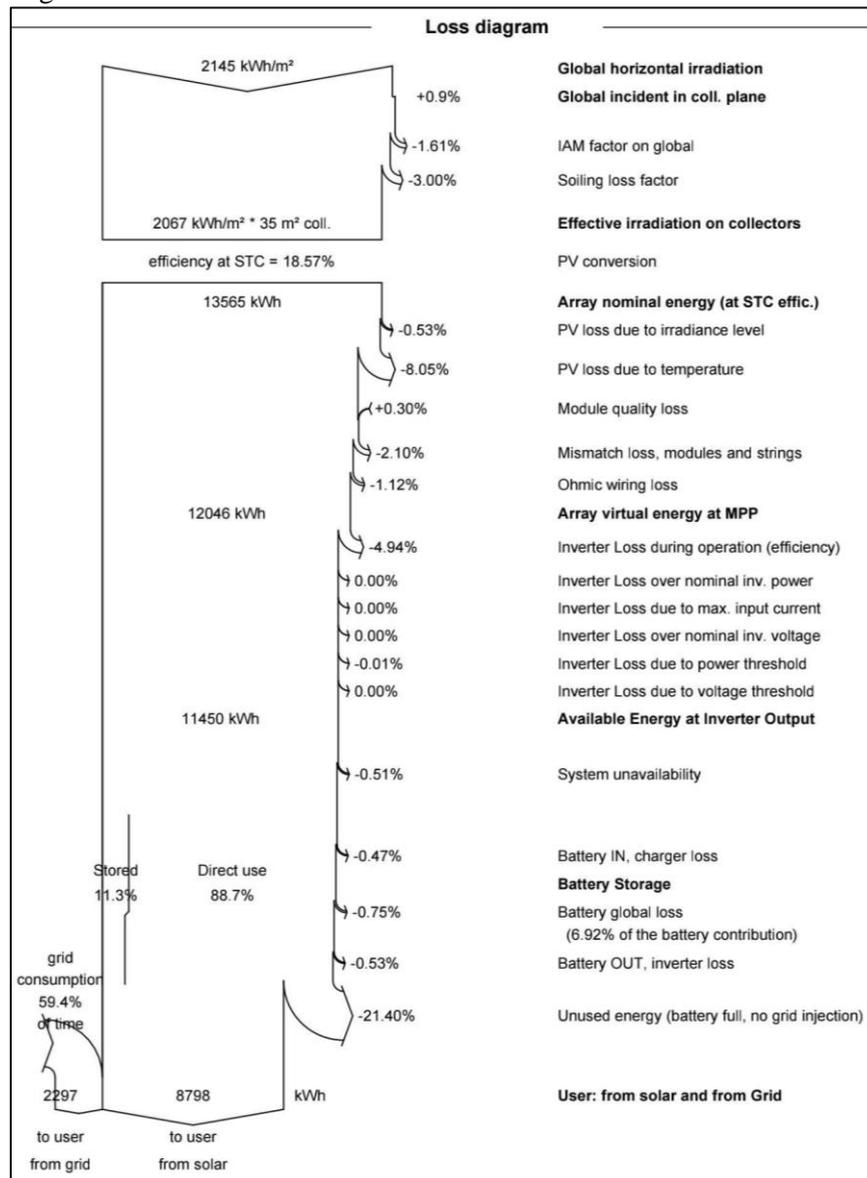
  

<b>Legends</b>			
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_User	Energy supplied to the user
T_Amb	Ambient Temperature	E_Solar	Energy from the sun
GlobInc	Global incident in coll. plane	EUnused	Unused energy (battery full, no grid injection)
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	EFrGrid	Energy from the grid

Gambar 4. Produksi Energi Tahunan

Hasil output energi panel surya setiap bulan selama satu tahun yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 4 Dengan *Iradiasi Horizon Global* dalam satu tahun sebesar 2145.4 kWh/m<sup>2</sup>, Iradiasi Efektif Global Tahunan adalah 851.49 kWh/m<sup>2</sup>, Energi efektif pada keluaran array sebesar 12046. Besar energi listrik yang diberikan kepada pengguna adalah 11096 kWh/year dengan memproduksi energi listrik selama setahun sebesar 8798 kWh/year.

3) Loss Diagram



Gambar 5. Loss Diagram

Gambar 5 adalah loss diagram yang merupakan diagram yang menjelaskan rugi-rugi dari iradiasi matahari yang datang sampai rugi-rugi sistem di dalam PLTS. Pada awal Gambar, diberikan data total energi yang dapat diterima oleh sel PV per meter persegiunya bila posisinya horizontal pada permukaan bumi sebesar 2145 kWh/m<sup>2</sup> untuk *Global horizontal irradiation*, pengurangan energi yang diterima sebesar 0.9%, yang di mana hal ini disebabkan oleh faktor peletakkan panel surya dan faktor perubahan posisi matahari tiap harinya. Faktor peletakkan sel ini dijelaskan pada analisis pergerakan matahari sebelumnya.

IAM losses (rugi refleksi iradiasi matahari pada panel surya) dari sistem sebesar 1.69%, hal ini disebabkan oleh pantulan pada bahan gelas yang menjadi pelindung sel-sel PV didalamnya. Kemudian rugi kotor (*soiling factor*) sebesar 3.00% adalah input yang dimasukkan berdasarkan besar umum yang diberikan oleh aplikasi PVsyst. Lalu faktor bayangan (*near shading*) sebesar 0% karena tidak ada pepohonan yang lebih tinggi dari atap gedung PT. Sinopacific. Sehingga besar iradiasi yang efektif diterima kolektor (sel surya) adalah sebesar 2067 kWh/m<sup>2</sup>.

4) Economic Evaluation

Description	Quantity	Unit price	Total	
<b>PV modules</b>			59,006,000.00	IDR
<b>Inverters</b>			12,529,000.00	IDR
<b>Batteries</b>	1.00	14,253,000.00	14,253,000.00	IDR
<b>Other components</b>			3,637,988.00	IDR
Accessories, fasteners	4.00	104,000.00	416,000.00	IDR
Wiring	42.00	76,714.00	3,221,988.00	IDR
Combiner box	1.00	0.00	0.00	IDR
Monitoring system, display ...	0.00	0.00	0.00	IDR
Measurement system, pyra...	0.00	0.00	0.00	IDR
Surge arrester	0.00	0.00	0.00	IDR
<b>Studies and analysis</b>			0.00	IDR
<b>Installation</b>			90,725,988.00	IDR
<b>Total installation cost</b>			<b>90,725,988.00</b>	<b>IDR</b>
Depreciable asset			86,204,000.00	IDR

Description	Yearly cost	
<b>Maintenance</b>	4,838,200.00	IDR
<b>Land rent</b>	0.00	IDR
<b>Insurance</b>	0.00	IDR
<b>Bank charges</b>	0.00	IDR
<b>Administrative, accounti...</b>	0.00	IDR
<b>Taxes</b>	0.00	IDR
<b>Subsidies</b>	-	0.00
<b>Operating costs (OPEX)</b>	<b>4,838,200.00</b>	<b>IDR/year</b>

Gambar 6. Evaluasi Ekonomi

Pada menu evaluasi ekonomi yang ditunjukkan pada Gambar 6 berikut ini merupakan tampilan survey harga dari komponen-komponen yang akan digunakan kemudian di input ke PVsyst sesuai dengan jumlah kuantitas pada PLTS perencanaan ini, maka dalam hal ini diperoleh biaya instalasi sebesar Rp. 90.725.988 dengan biaya *maintenance* sebesar Rp. 4.838.200

Asset	Type	Depreciation period	Depreciable
<b>PV modules</b>			
<b>Inverters</b>			
<b>Batteries</b>	Straight-line	20 years	14,253,000.00 IDR
<b>Other compon...</b>			
<b>Total redeemable</b>			<b>86,204,000.00 IDR</b>

Financing	Amount	Unit
Investment	90,725,988.00	IDR
Own funds	90,725,988.00	IDR
Subsidies	0.00	IDR
Loans		

■ Own funds  
100 %

Gambar 7. Financial Parameters

Pada Gambar 7 *financial parameters* merupakan tampilan menu yang menunjukkan Project lifetime yaitu 20 tahun yang dimulai dari tahun 2023. Dengan nilai inflasi 4.33% per tahun dan discount rate 9,27% per tahun. Adapun sumber dana yang diasumsikan dari dana sendiri (PT. Sinopacific Peralatan Indonusa Makassar) yaitu sebesar Rp. 90.725.988.

Investment and charges		Financial parameters		Electricity sale		Self-consumption saving		Financial results		Carbon balance	
<b>Installation costs (CAPEX)</b>											
Total installation cost	90,725,988 IDR										
Depreciable asset	86,204,000 IDR										
<b>Financing</b>											
Own funds	90,725,988 IDR										
Subsidies	0.00 IDR										
Loans	0.00 IDR										
<b>Total</b>	<b>90,725,988 IDR</b>										
<b>Expenses</b>											
Operating costs(OPEX)	7,455,340 IDR/year										
Loan annuities	0.00 IDR/year										
<b>Total</b>	<b>7,455,340 IDR/year</b>										
LCOE	<b>1,901.6441 IDR/kWh</b>										
<b>Return on investment</b>											
Net present value (NPV)	<b>98,187,881 IDR</b>										
Internal rate of return (IRR)	<b>17.52 %</b>										
Payback period	<b>10.7 years</b>										
Return on investment (ROI)	<b>108.2 %</b>										
<input checked="" type="checkbox"/> This analysis should appear on printed report											
<b>Detailed economic results</b>											
<input checked="" type="checkbox"/> Detailed results <input type="checkbox"/> Yearly cashflow <input type="checkbox"/> Cumulative cashflow <input type="checkbox"/> Income allocation											
<b>Detailed economic results (IDR)</b>											
Year	Electricity sale	Own funds	Run. costs	Deprec. allow.	Taxable income	Taxes	After-tax profit	Self-cons. saving	Cumul. profit	% amort.	
0	0	90,725,988	0	0	0	0	0	0	90,725,988	0.0%	
1	0	0	4,638,200	4,310,200	0	0	-4,638,200	12,710,988	-83,621,112	7.9%	
2	0	0	5,047,694	4,310,200	0	0	-5,047,694	13,662,295	-78,038,348	16.2%	
3	0	0	5,268,269	4,310,200	0	0	-5,268,269	18,380,271	-65,288,225	24.7%	
4	0	0	5,494,268	4,310,200	0	0	-5,494,268	19,618,299	-50,272,862	33.6%	
5	0	0	5,732,191	4,310,200	0	0	-5,732,191	19,610,128	-52,005,963	42.7%	
6	0	0	5,980,396	4,310,200	0	0	-5,980,396	20,471,141	-45,482,935	52.1%	
7	0	0	6,239,348	4,310,200	0	0	-6,239,348	22,618,255	-34,740,708	61.7%	
8	0	0	6,509,610	4,310,200	0	0	-6,509,610	24,770,000	-25,756,939	71.6%	
9	0	0	6,791,371	4,310,200	0	0	-6,791,371	27,247,069	-16,544,951	81.6%	
10	0	0	7,085,438	4,310,200	0	0	-7,085,438	29,971,797	-7,113,743	92.2%	
11	0	0	7,392,237	4,310,200	0	0	-7,392,237	32,968,977	2,831,980	102.8%	
12	0	0	7,712,321	4,310,200	0	0	-7,712,321	36,281,656	12,389,804	113.7%	
13	0	0	8,046,295	4,310,200	0	0	-8,046,295	39,992,462	22,445,594	124.7%	
14	0	0	8,394,686	4,310,200	0	0	-8,394,686	43,991,709	32,703,440	136.0%	
15	0	0	8,758,167	4,310,200	0	0	-8,758,167	48,289,879	43,155,739	147.6%	
16	0	0	9,137,385	4,310,200	0	0	-9,137,385	52,902,807	53,799,267	159.3%	
17	0	0	9,533,034	4,310,200	0	0	-9,533,034	58,406,554	64,826,320	171.2%	
18	0	0	9,945,814	4,310,200	0	0	-9,945,814	64,247,209	76,636,490	183.4%	
19	0	0	10,376,466	4,310,200	0	0	-10,376,466	70,671,630	88,824,857	195.7%	
20	0	0	10,825,789	4,310,200	0	0	-10,825,789	77,739,123	99,187,881	209.2%	

Gambar 8. Financial Results

Pada Gambar 8 menunjukkan nilai Net present value (NPV) yaitu Rp. 98.187.881, Internal rate of return (IRR) yaitu 17.52% dengan payback period 10.7 tahun dimana pengembalian investasi ini yaitu pada tahun 2034.

### 3.3 Hasil Perencanaan PLTS Menggunakan Software Homer Pro

#### 3.3.1 Hasil Simulasi Homer Pro

##### 1) Beban Listrik (*Electric Load*)

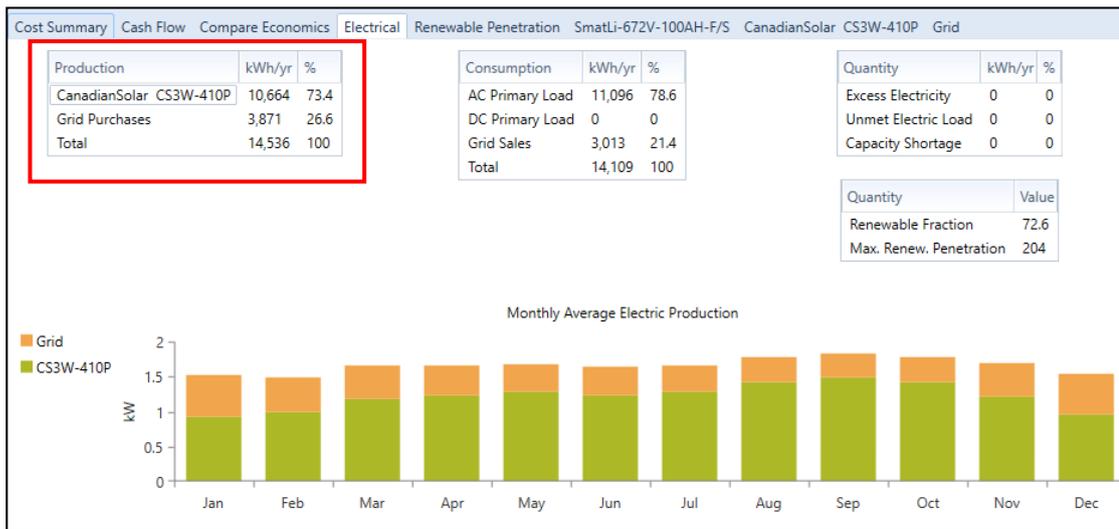
Data beban listrik yang digunakan pada PT. Sinopacific diperoleh dengan cara menghitung jumlah perangkat listrik yang ada dan lama waktu pemakaiannya. Adapun pembagian beban listrik setiap jam operasi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data Pembagian Beban Listrik

Waktu Pemakaian	Beban Yang Beroperasi	Jumlah Energi (kW)
00.00-01.00	Wifi, Dispenser	0.226
01.00-02.00	Wifi, Dispenser	0.226
02.00-03.00	Wifi, Dispenser	0.226
03.00-04.00	Wifi, Dispenser	0.226
04.00-05.00	Wifi, Dispenser	0.226
05.00-06.00	Wifi, Dispenser	0.226
06.00-07.00	Wifi, Dispenser	0.226
07.00-08.00	Wifi, Dispenser	0.226
08.00-09.00	Wifi, Dispenser, AC, Lampu, Charger, Laptop	2.771
09.00-10.00	Wifi, Dispenser, AC, Lampu	2.446
10.00-11.00	Wifi, Dispenser, AC, Lampu, Mesin Las	3.346
11.00-12.00	Wifi, Dispenser, AC, Lampu, Charger Laptop, Mesin Las	3.671
12.00-13.00	Wifi, Dispenser, AC, Lampu	2.446
13.00-14.00	Wifi, Dispenser, AC, Lampu	2.446
14.00-15.00	Wifi, Dispenser, AC, Lampu, Charger Laptop, Kompresor	4.271
15.00-16.00	Wifi, Dispenser, AC, Lampu	2.446
16.00-17.00	Wifi, Dispenser, AC, Lampu	2.446

17.00-18.00	Wifi, Dispenser, Lampu	0.466
18.00-19.00	Wifi, Dispenser, Lampu	0.466
19.00-20.00	Wifi, Dispenser, Lampu	0.466
20.00-21.00	Wifi, Dispenser	0.226
21.00-22.00	Wifi, Dispenser	0.226
22.00-23.00	Wifi, Dispenser	0.226
23.00-24.00	Wifi, Dispenser	0.226
<b>Total Energi</b>		<b>30399</b>

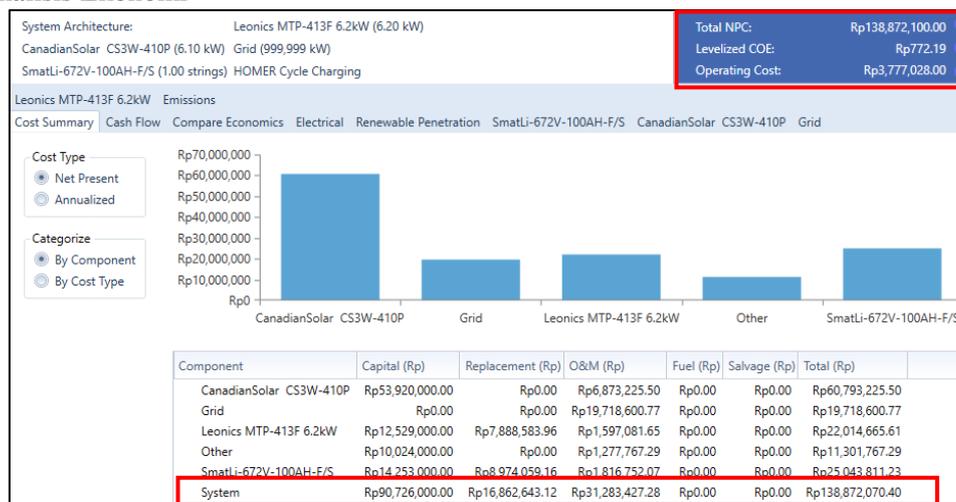
2) Produksi Listrik



Gambar 9. Hasil Produksi Listrik per Tahun

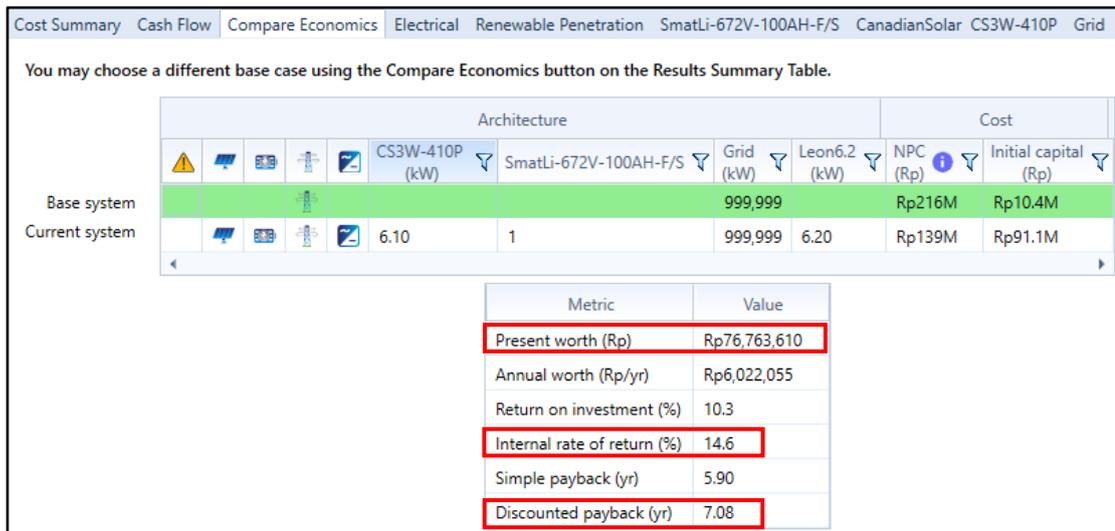
Gambar 9 menunjukkan produksi listrik yang dihasilkan sistem secara keseluruhan sebesar 14.536 kWh/tahun. Dimana PV menghasilkan listrik sebesar 10,664 kWh/tahun dengan persentase 73,4 % dari total produksi listrik sistem dan jumlah listrik yang dibeli dari PLN sebesar 3.871 kWh/tahun dengan persentase 26,6 %.

3) Analisis Ekonomi



Gambar 10. Cost Summary

Gambar 10 menunjukkan hasil simulasi ringkasan biaya yang digunakan untuk perencanaan PLTS pada atap Gedung PT. Sinopacific, yaitu NPC, dan COE. Dari hasil simulasi diperoleh bahwa total investasi (Capital) sebesar Rp. 90.726.000, total biaya penggantian komponen (*Replacement*) sebesar Rp. 16.862.643,12 dan total biaya pemeliharaan (O&M) sebesar Rp. 31.283.427,28. sehingga diperoleh total biaya keseluruhan sistem PLTS (NPC) selama 20 Tahun adalah sebesar Rp.138.872.100. Adapun besarnya biaya operasi yang HOMER simulasikan adalah sebesar Rp 3.777.028. kemudian nilai biaya lainnya diperoleh dari simulasi adalah COE yang menunjukkan biaya produksi energi per kWh yaitu sebesar Rp 772,19/kWh.



Gambar 11. *Compare Ekonomi*

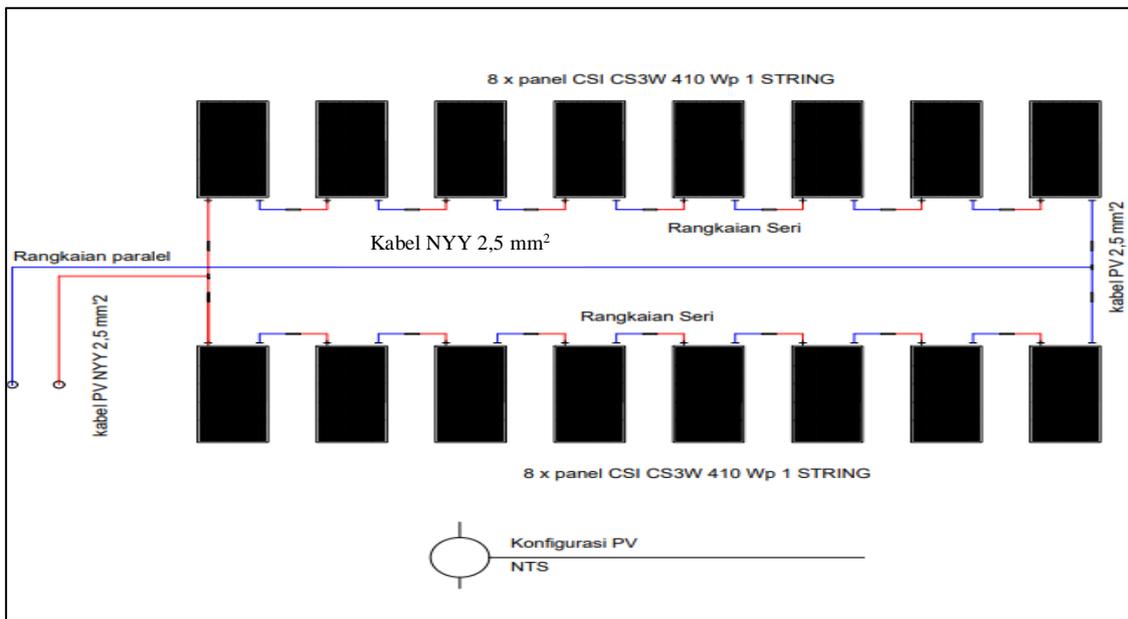
Berdasarkan Gambar 11 yang merupakan hasil simulasi dari perbandingan ekonomi, dimana pada parameter ini di jelaskan bahwa nilai NPV (*Present Word*) PLTS yang diberikan oleh HOMER adalah sebesar Rp.76.763.610 dan nilai *Internal Rate of Return* (IRR) sistem PLTS tersebut adalah sebesar 14.6 %, dengan periode pengembalian modal (*Discounted payback*) selama umur proyek adalah 7,1 tahun.

### 3.4 Detailed Engineering Design (DED)

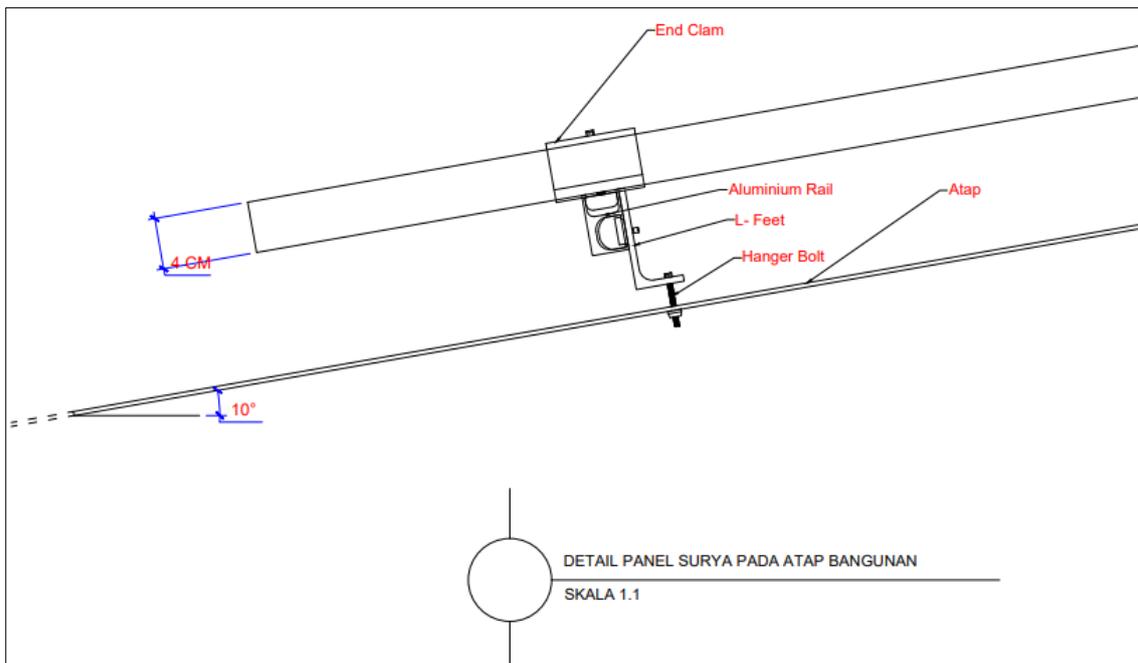
Penyusunan DED merupakan tahapan perencanaan dari suatu proyek atau konstruksi yang merupakan upaya menyediakan acuan dalam pelaksanaan pekerjaan.

#### 3.4.1 Gambar Kerja 2D

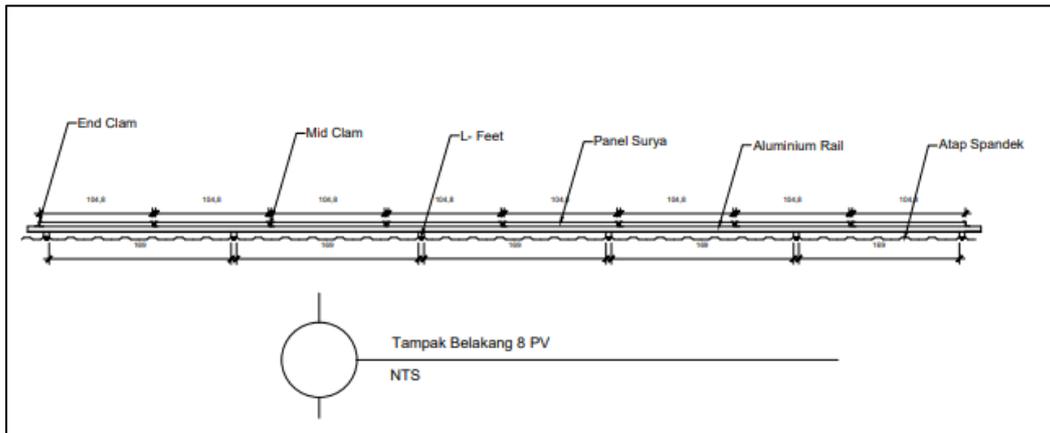
Jenis PV yang digunakan adalah Canadian Solar CS3W 410 Wp, 39.1 Volt, dan 10.49 Ampere. Jumlah panel solar sebanyak 16 unit yang kemudian dibagi menjadi dua string dimana pada masing-masing string terdapat 8 unit PV yang dirangkai secara seri. PV diletakkan pada kedua sisi atap bangunan mengikuti sudut kemiringan atap tersebut, kemudian kedua string dirangkai secara paralel yang menghasilkan tegangan 283 Volt DC. Jenis kabel yang digunakan pada PV yaitu NYY 2,5 mm<sup>2</sup> dihubungkan ke inverter dan dilengkapi dengan MCB DC 25 ampere, dapat dilihat pada gambar berikut ini.



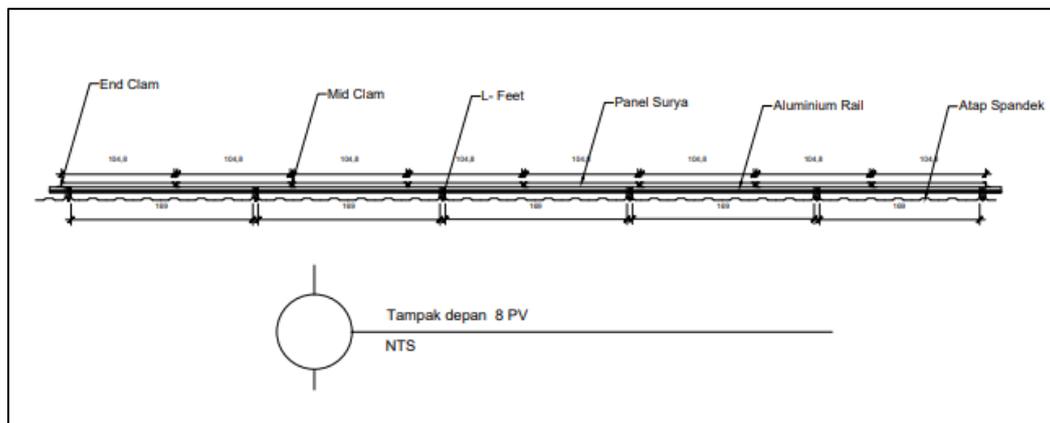
Gambar 12. Konfigurasi PV



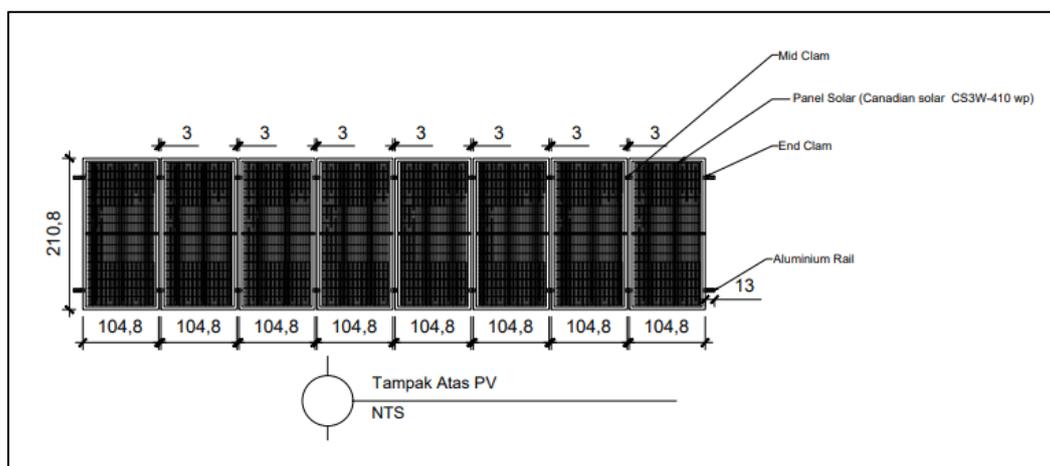
Gambar 13. Detail PV Pada Atap Bangunan



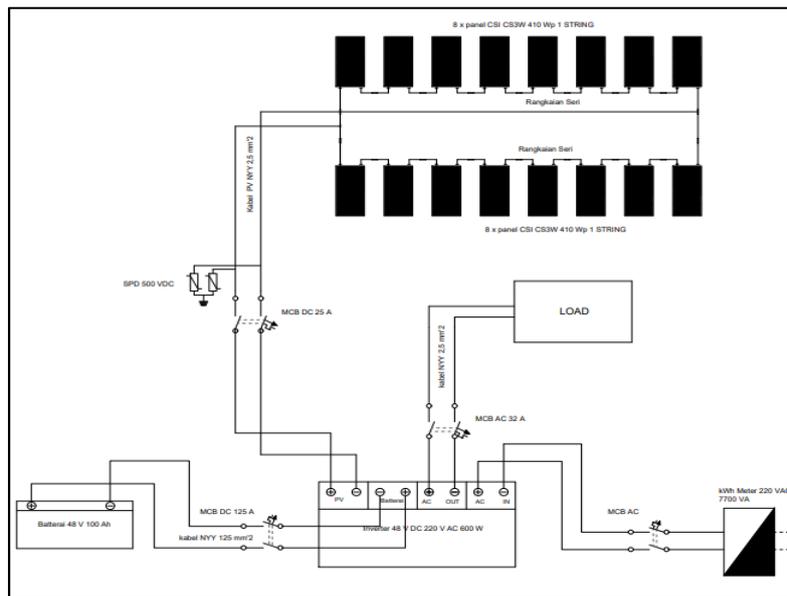
Gambar 14. Tampak Belakang 8 PV



Gambar 15. Tampak Depan 8 PV



Gambar 16. Tampak Atas 8 PV



Gambar 17. Wiring Diagram PLTS Hybrid

### 3.4.2 Gambar Kerja 3D



Gambar 18. Tampak Samping

## 3.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

### 3.5.1 Perhitungan Komponen Struktur

#### 1) Struktur Dudukan PV

##### a. aluminium rail

String 1 + string 2 = 8,85 meter x 4 total kebutuhan = 20 meter

##### b. Mid Clamp 35 x 40 mm<sup>2</sup>

String 1 + string 2 = 14 pcs x 2 total kebutuhan = 28 pcs

##### a. End Clamp 35 x 40 mm<sup>2</sup>

String 1 + string 2 = 8 pcs x 2 total kebutuhan = 16 pcs

#### 2) Perkabelan

Kabel NYY 2,5 mm<sup>2</sup> total kebutuhan = 30 meter

Kabel NYY 35 mm<sup>2</sup> total kebutuhan = 2 meter

Kabel NYY 4 mm<sup>2</sup> total kebutuhan = 10 meter

3.5.2 Daftar Harga Satuan Dasar Upah

Tabel 3. Daftar Harga Satuan Dasar Upah

No	Uraian Upah	Satuan	Harga (Rp.)	Keterangan
1	Operator forklip	Orang/hari	560.000,00	35.000,00 / jam
2	Pekerja	Orang/hari	200.000,00	25.000,00 / jam
3	Teknisi ahli	Orang/hari	600.000,00	75.000,00 / jam
4	Pengawas lapangan	Orang/hari	400.000,00	50.000,00 / jam

3.5.3 Daftar Harga Satuan Penyewaan Alat

Tabel 4. Daftar Harga Satuan Penyewaan Alat

No	Uraian Alat	Satuan	Harga (Rp.)	Keterangan
1	Motor forklip	Unit	750.000,00	750.000,00/hari
2	Tangga 12 meter	Unit	450.000,00	150.000,00/ hari
3	Mobilisasi	Unit	300.000,00	300.000,00/hari

3.5.4 Daftar Jumlah Pekerja

Tabel 5. Daftar Jumlah Pekerja

No	Uraian Alat	Jumlah	Lama kontrak	Keterangan
1	Operasi forklip	1 orang	2 hari	Lama kontrak dapat berubah menyesuaikan kondisi cuaca dan faktor lainnya
2	Teknisi	4 orang	6 hari	
3	Tenaga ahli	1 orang	6 hari	
4	Pengawas lapangan	1 orang	6 hari	

IV. KESIMPULAN

Dari Perencanaan PLTS di kantor PT. Sinopacific Peralatan Indonusa Makassar dengan sistem Hybrid menggunakan *software* PVsyst, Homer Pro dan *Detail Engineering Design* (DED) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan sistem Hybrid ini menggunakan *software* PVsyst dengan menyesuaikan kebutuhan beban pada lokasi yang dijadikan tempat perencanaan yaitu pada atap kantor PT. Sinopacific Peralatan Indonusa Makassar yang didukung dengan potensi radiasi matahari sebesar 5.53 kWh/m<sup>2</sup>/hari dan rata-rata energi sebesar 30399 Wh/hari, dengan modul panel yang digunakan yaitu jenis *Polycrystalline* model CS3W-410P pabrikan Canadian Solar Inc, dan tiap unit panel yang digunakan memiliki nominal power 410 Wp dibutuhkan 16 modul, 8 modul terpasang seri dengan 2 string yang terhubung secara seri paralel yang diinput ke dalam *software* PVsyst. Adapun Baterai yang dibutuhkan pada perencanaan ini menggunakan jenis Lithium-ion dengan merk “ZTE ZXDC48 FB101”. Baterai yang digunakan sebanyak 1 unit dengan kapasitas 48 V 100 Ah, dengan inverter menggunakan merek Powmr 6200W Hybrid Solar Inverter. Sehingga pada perencanaan PLTS yang menggunakan *software* PVsyst pada kantor PT. Sinopacific Peralatan Indonusa Makassar ini dapat menghasilkan energi listrik sebesar 8798 kWh per tahun.
2. Biaya investasi awal yang dikeluarkan untuk perencanaan sistem PLTS di PT. Sinopacific Peralatan Indonusa Makassar adalah sebesar Rp 90.726.000. Berdasarkan hasil perhitungan numerik, maka diperoleh biaya energi per tahun sebesar Rp. 1.264/kWh, dan nilai NPV sebesar Rp.26.782.000 pertahun, dengan periode pengembalian modal selama 11 tahun 7 bulan. Sedangkan berdasarkan hasil simulasi HOMER, maka diperoleh biaya energi per tahun sebesar Rp. 772.19/kWh, dan nilai NPV sebesar Rp.76.763.610 per tahun, dengan periode pengembalian modal selama 7.1 tahun. Adapun hasil simulasi PVsyst, diperoleh biaya energi per tahun sebesar Rp. 1.902/kWh, dan nilai NPV sebesar Rp.98.187.881 per tahun, dengan periode pengembalian modal selama 10.7 tahun. Setelah dilakukan perhitungan analisis ekonomi teknik untuk sistem PLTS,

maka Investasi PLTS tersebut dinyatakan Layak untuk diinvestasikan, karena NPV bernilai positif ( $> 0$ ), Periode DPP waktu lebih pendek dari umur proyek (*periode cutoff*), PI ( $1,30 > 1$ ) dan nilai IRR lebih tinggi dari tingkat suku bunga.

3. Peletakan panel surya pada atap kantor PT. Sinopacific yang di bagi menjadi 2 string kemudian masing-masing string diletakkan pada sisi depan dan sisi belakang atap kantor mengikuti sudut kemiringan atap tersebut, sehingga PV dapat bekerja secara maksimal dikarenakan matahari terbit dari sisi belakang dan terbenam pada sisi depan kantor tanpa adanya shading material yang digunakan sebagai dukungan PV seperti aluminium rail dengan 3540mm, penampang 55 x 28 x 1,5 mm. Mid clam 35 x 45 mm sebanyak 28 unit, End Clam 35 x 45 mm dengan jumlah 4 unit, Bolt 14 mm dengan jumlah 16 unit, L-Feet 87 x 42 x 42 mm dengan jumlah 24 unit, dan Bolt jenis WIK H04 dengan jumlah 24 unit.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Afif, F., & Martin, A. “Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia”. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, Vol. 6, No.1, 2022, pp 43-52.
- [2] Aprilianti, K. P., Baghta, N. A., Aryani, D. R., Jufri, F. H., dan Utomo, A. R. “Potential assessment of solar power plant: A case study of a small island in Eastern Indonesia”. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 599, No. 1, November, 2020. pp 012-026. IOP Publishing.
- [3] Asy’ari, dkk. “Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya”. *Symposium Nasional RAPI, XI FT UMS*. Surakarta, 2012, pp 52-5.
- [4] Al Bahar, A. K., dan Maulana, A. T. 2018. “Perencanaan dan Simulasi Sistem PLTS Off-Grid Untuk Penerangan Gedung Fakultas Teknik UNKRIS”. *Jurnal Ilmiah Elektro krisna*, Vol 6, No.3, 2018, pp 97-107.
- [5] Ruskardi. “Kajian Teknis dan Analisis Ekonomis PLTS Off-grid Solar System sebagai Sumber Energi Alternatif (Studi Kasus: Dusun Sedayu Desa Pulau Limbung Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya)”, *Jurnal ELKHA*, Vol 7, No.1, Maret 2015, pp 1–5.
- [6] Kurniawan, I. A. 2016. “Analisa Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Pemanfaatan Lahan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- [7] Ab Kadir, M. Z. A., dan Rafeeu, Y. “A review on factors for maximizing solar fraction under wet climate environment in Malaysia”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(8), Oktober 2010, pp 2243-2248.
- [8] Powersurya.co.id. 2020. Sistem Hybrid PLTS (*Online*), (<https://www.powersurya.co.id/plts-hybrid> , diakses 01 Juli 2023).
- [9] Saleh, A. Z., dkk. 2021. “Perencanaan Sistem Hybrid untuk Pelayanan Jaringan Kelistrikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi”. Manado: Universitas Sam Ratulangi, pp 1-10.
- [10] Wedosolarindonesia.com. 2014. Hybrid Solar Home System (*Online*), (<https://www.wedosolarindonesia.com/produk/rooftop-solar-system/hybrid-solar-home-system/> diakses 01 Juli 2023).