



## PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ON-GRID PADA PT. DAIKIN AIR CONDITIONING MAKASSAR

Andi Syahrul Ramadan Rasyid<sup>1\*</sup>, Rahmat Hidayatullah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar,  
Jl. Andi Pangeran Pettarani, Indonesia

<sup>1</sup>[andhysyahrul24@gmail.com](mailto:andhysyahrul24@gmail.com), <sup>2</sup>[Rahmatmakawi5@gmail.com](mailto:Rahmatmakawi5@gmail.com)

### Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan solusi energi terbarukan yang relevan di Indonesia, terutama di daerah dengan potensi radiasi matahari tinggi seperti Makassar. Penelitian ini menganalisis sistem PLTS on-grid di PT. Daikin Air Conditioning Makassar, dengan fokus pada efisiensi panel surya yang dipengaruhi oleh suhu dan intensitas radiasi matahari. Data dari NASA menunjukkan rata-rata radiasi harian sebesar 5,88 kWh/m<sup>2</sup>, menjadikan Makassar lokasi ideal untuk pengembangan PLTS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas modul surya 10,1 kW dapat menghasilkan 48 kWh per hari dan total tahunan mencapai 17,535 kWh. Sistem ini tidak hanya memenuhi kebutuhan energi perusahaan tetapi juga memungkinkan penjualan kelebihan energi ke PLN, mendukung keberlanjutan lingkungan dan memberikan keuntungan ekonomi. Temuan ini diharapkan menjadi model bagi perusahaan lain dalam mengadopsi energi terbarukan.

**Kata kunci:** PLTS; Homer; Pembangkit; Tenaga Surya; On Grid

### Abstract

*Solar Power Plants (PLTS) are a renewable energy solution that is relevant in Indonesia, especially in areas with high potential for solar radiation such as Makassar. This research analyzes the on-grid PLTS system at PT. Daikin Air Conditioning Makassar, with a focus on solar panel efficiency which is influenced by temperature and intensity of solar radiation. Data from NASA shows the average daily radiation is 5.88 kWh/m<sup>2</sup>, making Makassar an ideal location for PLTS development. The research results show that a solar module capacity of 10.1 kW can produce 48 kWh per day and the annual total reaches 17,535 kWh. This system not only meets the company's energy needs but also enables the sale of excess energy to PLN, supporting environmental desires and providing economic benefits. It is hoped that these findings will become a model for other companies in adopting renewable energy.*

**Keywords:** PLTS; Homer; Generator; Solar; On the Network

### Article History

Received: December 2024

Reviewed: December 2024

Published: December 2024

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI :

10.8734/Koehesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Koehesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



## 1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu solusi energi terbarukan yang semakin banyak diterapkan di berbagai sektor, termasuk industri. Di Indonesia, potensi energi surya sangat besar, dengan rata-rata radiasi matahari mencapai sekitar 4,95 kWh/m<sup>2</sup>/hari [1]. Nilai rata-rata radiasi energi surya dari berbagai wilayah di Indonesia telah dihitung menggunakan data tahunan rata-rata dari tahun 1985 hingga 2005. Berdasarkan data bahwa kota Makassar memiliki potensi radiasi matahari tertinggi dengan rata-rata 5,88 kWh/m<sup>2</sup> per hari [2]. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara yang sangat potensial untuk pengembangan PLTS, terutama di daerah-daerah yang memiliki intensitas sinar matahari tinggi.

Perencanaan sistem PLTS on-grid di PT. Daikin Air Conditioning Makassar tidak hanya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik perusahaan, tetapi juga untuk mendukung keberlanjutan lingkungan. Dalam konteks ini, penting untuk memahami bahwa efisiensi panel surya sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti suhu dan radiasi matahari. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu dapat mengurangi daya keluaran panel surya, sehingga pengelolaan suhu dan pencahayaan yang optimal menjadi kunci untuk memaksimalkan efisiensi [3][4]. Oleh karena itu, analisis yang mendalam tentang kondisi lingkungan dan karakteristik radiasi matahari di Makassar sangat diperlukan dalam perencanaan ini.

Sistem on-grid memungkinkan PLTS untuk terhubung langsung dengan jaringan listrik PLN, sehingga kelebihan energi yang dihasilkan dapat disalurkan kembali ke jaringan. Ini memberikan keuntungan ekonomi bagi perusahaan, karena dapat mengurangi biaya listrik dan memanfaatkan insentif dari pemerintah untuk penggunaan energi terbarukan. Selain itu, sistem ini juga memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan energi, di mana perusahaan dapat menggunakan energi dari PLTS saat tersedia dan beralih ke sumber energi lain saat diperlukan. Dengan demikian, perencanaan sistem PLTS on-grid di PT. Daikin Air Conditioning tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga pada aspek ekonomi dan keberlanjutan.

Dalam implementasinya, perencanaan sistem PLTS harus mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk pemilihan teknologi yang tepat, ukuran sistem, dan metode instalasi. Penggunaan perangkat lunak seperti HOMER dapat membantu dalam merancang dan menganalisis sistem PLTS secara efisien. Selain itu, penting untuk melakukan studi kelayakan yang komprehensif untuk memastikan bahwa investasi dalam PLTS memberikan hasil yang optimal dan berkelanjutan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perencanaan yang matang dapat mengurangi risiko dan meningkatkan keberhasilan proyek PLTS [5].

Dengan mempertimbangkan semua aspek di atas, perencanaan sistem PLTS on-grid di PT. Daikin Air Conditioning Makassar diharapkan dapat menjadi model bagi perusahaan lain dalam mengadopsi energi terbarukan. Melalui langkah ini, perusahaan tidak hanya berkontribusi terhadap pengurangan emisi karbon, tetapi juga menunjukkan komitmen terhadap keberlanjutan dan tanggung jawab sosial. Dengan memanfaatkan potensi energi surya yang melimpah, PT. Daikin Air Conditioning dapat menjadi pelopor dalam penggunaan energi bersih di industri pendinginan di Indonesia.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. PT. Daikin Air Conditioning Makassar



Gambar 1. PT. Daikin Air Conditioning Makassar

PT. Daikin Air Conditioning Makassar merupakan salah satu cabang dari PT. Daikin Airconditioning Indonesia, yang didirikan pada bulan Juni 2012 sebagai bagian dari Daikin Global. Perusahaan ini berfokus pada penyediaan produk-produk pendingin udara berkualitas tinggi untuk memenuhi kebutuhan pasar Indonesia, termasuk di kota Makassar. Dengan lebih dari 1.200 dealer dan jaringan distribusi yang luas di seluruh Indonesia, Daikin berkomitmen untuk memberikan layanan terbaik kepada pelanggan melalui berbagai solusi tata udara.

Daikin juga dikenal karena penerapan prinsip keberlanjutan dalam operasionalnya, termasuk pengurangan emisi karbon dan penggunaan refrigeran yang ramah lingkungan. Dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi energi, perusahaan ini telah mengimplementasikan berbagai sertifikasi dan standar nasional yang mendukung keberlanjutan. Dengan demikian, PT. Daikin Air Conditioning Makassar tidak hanya berperan dalam menyediakan produk berkualitas tetapi juga dalam mendorong kesadaran akan pentingnya teknologi ramah lingkungan di industri pendingin udara.

### 2.2. Pembangkit listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan salah satu solusi energi terbarukan yang semakin populer di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. PLTS memanfaatkan energi matahari melalui teknologi fotovoltaik untuk menghasilkan listrik. Potensi energi surya di Indonesia sangat besar, diperkirakan mencapai 207.898 GW, dengan target pengembangan pembangkit listrik tenaga surya fotovoltaik sebesar 6,5 GW pada tahun 2025 [6]. PLTS menawarkan berbagai keuntungan, termasuk ramah lingkungan dan biaya operasional serta pemeliharaan yang rendah, menjadikannya alternatif yang menjanjikan untuk pengembangan energi berkelanjutan [6].

Sistem fotovoltaik dapat dibedakan menjadi dua jenis utama: sistem terhubung ke jaringan (grid-connected) dan sistem off-grid. Sistem terhubung ke jaringan memungkinkan integrasi dengan jaringan listrik yang ada, sedangkan sistem off-grid dirancang untuk beroperasi secara mandiri [7]. Dalam konteks ini, penting untuk memahami komponen utama dari PLTS, seperti modul fotovoltaik, inverter, dan sistem penyimpanan energi, yang semuanya berkontribusi pada efisiensi dan kinerja keseluruhan sistem [7].



### **2.3. Modul Surya**

Modul surya, atau panel fotovoltaik, merupakan perangkat yang berfungsi mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Proses ini dilakukan melalui efek fotovoltaik, di mana sel-sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon, menghasilkan arus listrik ketika terkena sinar matahari. Modul surya terdiri dari banyak sel surya yang dihubungkan secara seri dan paralel untuk mencapai tegangan dan arus yang diinginkan [8][9].

Salah satu keunggulan dari penggunaan modul surya adalah kemampuannya untuk beroperasi secara mandiri, yang mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional dan membantu mengatasi masalah pasokan listrik di daerah terpencil [10][11].

### **2.4. Inverter**

Inverter adalah perangkat yang berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk untuk kebutuhan rumah tangga dan industri. Dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), inverter memainkan peran penting dalam memastikan bahwa energi yang dihasilkan dapat digunakan secara efisien dan efektif [12][13].

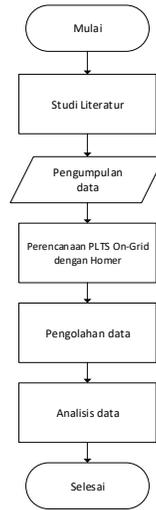
Terdapat beberapa jenis inverter yang umum digunakan dalam sistem PLTS, termasuk inverter on-grid, off-grid, dan hybrid. Inverter on-grid terhubung langsung dengan jaringan listrik, memungkinkan pengguna untuk menjual kelebihan energi yang dihasilkan kembali ke jaringan. Sementara itu, inverter off-grid digunakan dalam sistem yang tidak terhubung dengan jaringan listrik, di mana energi disimpan dalam baterai untuk digunakan saat diperlukan [14]. Inverter hybrid menggabungkan kedua fungsi tersebut, memungkinkan sistem untuk beroperasi baik secara mandiri maupun terhubung dengan jaringan [15].

Salah satu teknologi yang sering digunakan dalam inverter adalah metode Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM). Metode ini bertujuan untuk menghasilkan gelombang output yang lebih mendekati bentuk sinusoidal, sehingga mengurangi distorsi harmonik pada keluaran inverter. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan filter pasif LC dapat membantu mengurangi total harmonik distorsi (THD) pada gelombang keluaran inverter, yang penting untuk menjaga kualitas daya yang dihasilkan [12][13].



### 3. METODOLOGI

#### 3.1. Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir

#### 3.2. Data Beban Listrik

Data tentang beban listrik yang kita gunakan sebenarnya merupakan hasil analisis dan pengumpulan data oleh penelitian lain Mereka telah melakukan survei dan pengukuran langsung terhadap konsumsi energi listrik di PT. Daikin Air Conditioning Makassar. sehingga mereka dapat menyediakan informasi akurat tentang pola dan besaran beban listrik secara umum[16].

Tabel 1. Pemakaian listrik pada peralatan kantor lainnya

No	Nama peralatan	Daya (Watt)	QTY	Jam Nyala	Jumlah Hari/Bulan	Konsumsi (kWh)
1.	TV	335	1	3	22	1,005
2.	PC	160	14	9	22	20,160
3.	Exhaust	65	3	24	30	4,68
4.	Printer	35	3	2	22	0,21
5.	M. Foto Copy	1760	1	3	22	5,28
6.	Projector	264	1	2	22	0,528
7.	Dispenser	350	1	12	22	4,2
8.	Dispenser	390	1	12	22	4,68
Rata – rata hari Kerja/Bulan (hari)						23
Total Konsumsi/hari (kWh)						40,74
Rata – rata Konsumsi/Bulan (kWh)						937,09
Rata – rata konsumsi/Tahun (kWh)						11.245,07



Konsumsi listrik selama sehari PT energy listrik PT. Daikin Airconditioning cabang Makassar Sebagai berikut

1. Sistem Pencahayaan = 1,287 kWh/hari
2. Sistem Tata Udara = 13,14 kWh/hari
3. peralatan listrik Lainnya = 40,74 kWh/hari

Total penggunaan listrik harian adalah 55,167 kWh/hari.

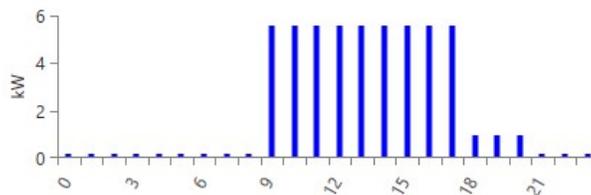
Berdasarkan data hasil analisa dan perhitungan pemakaian energy listrik PT. Daikin Airconditioning cabang Makassar diperoleh komsumsi energy selama 1 tahun terakhir sebagai berikut:

1. Sistem Pencahayaan =1.256,90 kWh/Tahun.
2. Sistem Tata Udara =12.777.98 kWh/Tahun.
3. Peralatan listrik Lainnya = 11.245.07kWh/Tahun.

Berdasarkan data beban listrik pada PT. Daikin Air Conditioning Makassar diatas, diketahui bahwa total beban harian adalah 55,167 kWh/hari.

Tabel 2. Beban Listrik Tiap Jam selama sehari

Jam	Beban Listrik (kWh)	Jam	Beban Listrik (kWh)
00:00 – 01:00	0.195	12:00 – 13:00	5.558
01:00 – 02:00	0.195	13:00 – 14:00	5.558
02:00 – 03:00	0.195	14:00 – 15:00	5.558
03:00 – 04:00	0.195	15:00 – 16:00	5.558
04:00 – 05:00	0.195	16:00 – 17:00	5.558
05:00 – 06:00	0.195	17:00 – 18:00	0.935
06:00 – 07:00	0.195	18:00 – 19:00	0.935
07:00 – 08:00	0.195	19:00 – 20:00	0.935
08:00 – 09:00	5.558	20:00 – 21:00	0.195
09:00 – 10:00	5.558	21:00 – 22:00	0.195
10:00 – 11:00	5.558	23:00 – 00:00	0.195
11:00 – 12:00	5.558		
Total Beban			55,167



Gambar 3. Grafik Beban Listrik tiap jam selama sehari



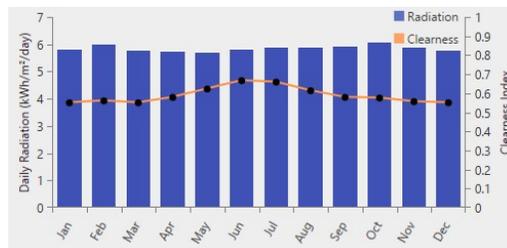
### 3.3. Potensi Energi Matahari di Makassar

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan data diperoleh dari NASA Prediction of Worldwide Energy Resources[Nasa], Intensitas Radiasi Matahari yang ditampilkan pada Tabel 3 dapat digunakan untuk mengolah data mengenai potensi Pemanfaatan energi matahari pada PT. Daikin Air Conditioning.

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa rata-rata intensitas radiasi matahari tertinggi di Makassar adalah pada bulan oktober sebesar 6,08 kWh/m<sup>2</sup>/hari, untuk nilai terendah adalah pada bulan april sebesar 5,72 kWh/m<sup>2</sup>/hari dan untuk rata-rata intensitas radiasi matahari selama setahun adalah 5,85 kWh/m<sup>2</sup>/hari.

Tabel 3. Data Intensitas Radiasi Matahari

Bulan	Clearnes Index	Dayly Radiation (kWh/m <sup>2</sup> /h)	Bulan	Clearnes Index	Dayly Radiation (kWh/m <sup>2</sup> /h)
Jan	0.550	5.81	Jul	0.658	5.86
Feb	0.560	5.99	Aug	0.613	5.87
Mar	0.550	5.78	Sep	0.578	5.93
Apr	0.578	5.72	Oct	0.575	6.08
May	0.622	5.68	Nov	0.556	5.86
Jun	0.666	5.80	Dec	0.550	5.76
Rata-rata					5,85



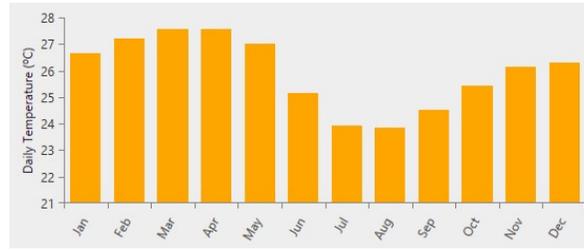
Gambar 4. Grafik Intensitas Radiasi Matahari

### 3.4. Temperatur di makassar

Untuk mengetahui temperatur di Makassar dikumpulkan dengan menggunakan data diperoleh dari NASA Prediction of Worldwide Energy Resources[Nasa], seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Temperatur di Makassar

Bulan	Temperatur Rata-rata (°C)	Bulan	Temperatur Rata-rata (°C)
Jan	26.640	Jul	23.940
Feb	27.200	Aug	23.840
Mar	27.580	Sep	24.520
Apr	27.570	Oct	25.430
May	27.020	Nov	26.140
Jun	25.160	Dec	26.310
Rata-rata		25.950	



Gambar 5. Temperatur di Makassar

### 3.5. Perhitungan Kapasitas PV

Panel surya dapat bekerja dengan optimum pada suhu 25 °C, sedangkan berdasarkan data tabel 4 di makassar suhu rata-rata maksimum mencapai 25.95 °C se . Sehingga terjadi perbedaan temperatur dari 25 °C menjadi 25,95 °C adalah sebesar 0,95 °C maka terjadi pengurangan daya yang dihasilkan oleh panel surya dihitung berdasarkan beberapa persamaan dibawah ini [17].

$$P \text{ saat } \Delta t' = 0,5\% \times \Delta t \times P_{\text{maks}},$$

$$P \text{ saat } \Delta t' = 0,5\% \times 0,95 \times 325 = 1,544$$

Maka Untuk Mencari Daya Keluaran Panel Surya saat temperatur naik menjadi 25,95 °C dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$P \text{ maks } t' = P_{\text{maks}} - P \text{ saat } \Delta t.$$

$$P \text{ maks } t' = 325 - 1.544 = 323,456$$

Sehingga Faktor Koreksi Temperatur (FKT) berdasarkan persamaan:

$$FKT = \frac{P_{\text{maks } t'}}{P_{\text{maks}}}$$

$$FKT = \frac{323,456}{325} = 0,9984$$

Dalam perencanaan ini, sistem yang digunakan adalah On-Grid tanpa menggunakan baterai, di mana panel surya berfungsi sebagai sumber energi cadangan untuk mengurangi konsumsi energi dari PLN. Ketika panel surya menerima sinar matahari, energi yang dihasilkan akan disuplai langsung ke beban. Namun, saat tidak ada sinar matahari, pasokan energi untuk beban akan berasal dari PLN. Dalam hal ini, nilai energi listrik yang dibutuhkan adalah  $EL = 55,167$  kWh/hari. Untuk menentukan luas panel surya (array), digunakan persamaan dibawah ini:



$$\text{Luas Array} = \frac{E_L}{G_{\text{arr}} \times \eta_{\text{PV}} \times \text{FKT} \times \eta_{\text{Out}}}$$

$$\text{Luas Array} = \frac{55,167}{5,85 \times 0,1694 \times 0,9984 \times 0,94} = 59,32 \text{ m}^2$$

Setelah nilai luas array ditentukan, dengan mempertimbangkan Intensitas Penyinaran Solar (PSI) sebesar 1000 W/m<sup>2</sup> dan efisiensi dari panel surya, daya yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$P \text{ (WP)} = \text{Luas Array} \times \text{PSI} \times \eta \text{ PV}$$

$$P \text{ (WP)} = 59,32 \times 1000 \times 0,1694 = 10.048,80 \text{ WP}$$

Untuk dapat menentukan jumlah panel surya kapasitas Pmaks = 325 Wp dapat dipergunakan persamaan sebagai berikut

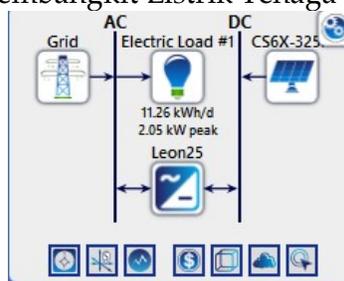
$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{P \text{ (Watt Peak)}}{P_{\text{maks}}}$$

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{10.048,80}{325} = 30,91 \approx 31$$

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Skema PLTS

Desain yang dikembangkan untuk simulasi menggunakan perangkat lunak HOMER mencakup komponen seperti Panel Surya (PV), Konverter, Grid (jaringan Listrik PLN) Gambar 6 menunjukkan tampilan desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di dalam HOMER.



Gambar 6. Desain PLTS



#### 4.2. Kelistrikan

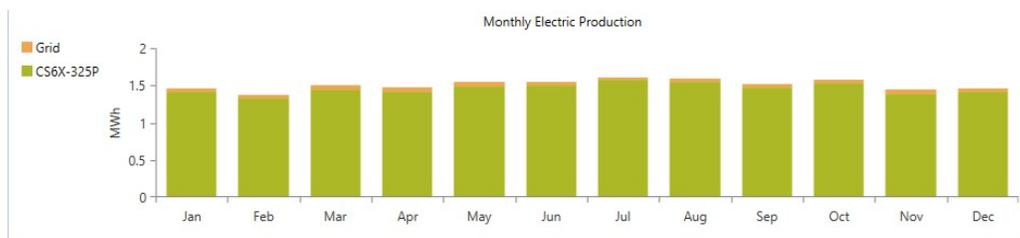
Total Energi Listrik Yang dihasilkan oleh sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya dapat dilihat pada gambar 7 Dibawah ini.

Production	kWh/yr	%
CanadianSolar MaxPower CS6X-325P	17,535	97.0
Grid Purchases	546	3.02
<b>Total</b>	<b>18,082</b>	<b>100</b>

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	4,109	23.6
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	13,271	76.4
<b>Total</b>	<b>17,380</b>	<b>100</b>

Gambar 7. Hasil Produksi Listrik PLTS On Grid



Gambar 8. Grafik Produksi Listrik PLTS On Grid

Pada Gambar 7, dapat dilihat bahwa energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya mencapai 17,535 kWh/Tahun, sementara penggunaan energi listrik dari jaringan (grid) mencapai 546 kWh/Tahun. Berdasarkan data tersebut, total produksi listrik dalam setahun adalah sebesar 18,082 kWh. Gambar 7 juga menunjukkan total penggunaan listrik dalam setahun yang mencapai 4,109 kWh. Dengan demikian, energi listrik yang berlebih mencapai 13,271 kWh per tahun, Energi berlebih ini kemudian dijual ke PLN.

#### 4.3 Produksi Energi listrik Modul Surya

Produksi listrik pada modul surya dalam sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dilakukan melalui proses konversi energi matahari menjadi energi listrik menggunakan sel fotovoltaik. Ketika sinar matahari mengenai panel surya, sel fotovoltaik menyerap radiasi tersebut dan mengubahnya menjadi arus searah (DC). Berikut ini data produksi listrik Modul Surya Sistem PLTS

Quantity	Value	Units
Rated Capacity	10.1	kW
Mean Output	2.00	kW
Mean Output	48.0	kWh/d
Capacity Factor	19.9	%
Total Production	17,535	kWh/yr

Quantity	Value	Units
Minimum Output	0	kW
Maximum Output	9.23	kW
PV Penetration	427	%
Hours of Operation	4,380	hrs/yr
Levelized Cost	505	Rp/kWh

Gambar 9. Hasil Produksi Listrik Modul Surya



Berdasarkan Gambar 9, kapasitas modul surya yang digunakan adalah 10,1 kW, yang menghasilkan keluaran sebesar 2 kW. Dengan demikian, produksi listrik dari modul surya setiap harinya mencapai 48 kWh/hari. Jika faktor kapasitas sistem adalah 19,9%, maka total produksi listrik tahunan sebesar 17.535 kWh/tahun.

#### 4.4. Penjualan dan Pembelian Energi Listrik pada grid dengan Sistem PLTS

Berdasarkan data-data yang telah dimasukkan maka didapatkan Jumlah Energi penggunaan Energi listrik dan penjualan energi listrik pada grid yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Penjualan dan Pembelian Energi listrik pada Grid dengan sistem PLTS

Month	Energy Purchased (kWh)	Energy Sold (kWh)	Net Energy Purchased (kWh)	Peak Load (kW)	Energy Charge Rp	Demand Charge Rp
January	48	1,066	-1,018	1	-Rp945,954.93	Rp0
February	34	1,011	-976	1	-Rp913,706.57	Rp0
March	48	1,077	-1,029	1	-Rp956,919.90	Rp0
April	46	1,072	-1,026	1	-Rp955,377.81	Rp0
May	48	1,140	-1,091	1	-Rp1,016,005.74	Rp0
June	43	1,147	-1,104	1	-Rp1,030,803.50	Rp0
July	39	1,204	-1,165	1	-Rp1,090,727.01	Rp0
August	40	1,160	-1,120	1	-Rp1,047,479.17	Rp0
September	48	1,114	-1,066	1	-Rp991,607.53	Rp0
October	47	1,167	-1,119	1	-Rp1,043,189.52	Rp0
November	55	1,060	-1,005	1	-Rp930,106.81	Rp0
December	49	1,055	-1,006	1	-Rp933,705.80	Rp0
Annual	546	13,271	-12,725	1	- Rp11,855,584.28	Rp0

Berdasarkan Tabel diatas bahwa Total Penggunaan Listrik dari grid dalm satu tahun sebesar 546 kwh/tahun dan total penjualan energy listrik sebesar 13,271 kwh/Tahun. Maka sistem ini menghasilkan surplus energi setiap bulan, yang mengarah pada pengurangan biaya energi secara keseluruhan. Energi yang terjual selalu lebih tinggi dibandingkan energi yang dibeli, menghasilkan pendapatan atau penghematan biaya signifikan setiap bulannya.



#### 4.5. Penjualan dan Pembelian Energi Listrik pada Sistem grid tanpa sistem PLTS

Tabel 6. Penjualan dan Pembelian Energi listrik pada Grid tanpa sistem PLTS

Month	Energy Purchased (kWh)	Energy Sold (kWh)	Net Energy Purchased (kWh)	Peak Load (kW)	Energy Charge Rp	Demand Charge Rp
January	342	0	342	2	Rp501,804.88	Rp0
February	305	0	305	2	Rp446,912.71	Rp0
March	363	0	363	2	Rp532,362.27	Rp0
April	339	0	339	2	Rp497,752.70	Rp0
May	342	0	342	2	Rp501,670.91	Rp0
June	341	0	341	2	Rp500,246.50	Rp0
July	344	0	344	2	Rp504,432.46	Rp0
August	363	0	363	2	Rp532,480.10	Rp0
September	345	0	345	2	Rp506,373.88	Rp0
October	347	0	347	2	Rp508,707.82	Rp0
November	332	0	332	2	Rp486,488.40	Rp0
December	347	0	347	2	Rp508,846.07	Rp0
Annual	4,109	0	4,109	2	Rp6,028,078.71	Rp0

Tabel 6 menunjukkan data penjualan dan pembelian energi listrik pada grid tanpa sistem PLTS untuk PT. Daikin Air Conditioning Makassar selama satu tahun. Energi yang dibeli setiap bulan bervariasi, dengan total pembelian energi selama setahun sebesar 4.109 kWh. Karena tidak ada sistem PLTS, tidak ada energi yang dijual kembali ke grid, sehingga jumlah energi bersih yang dibeli sama dengan energi yang dibeli setiap bulan. Beban puncak tetap konstan pada 2 kW sepanjang tahun.

Biaya energi yang harus dibayar setiap bulan juga bervariasi, dengan biaya tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar Rp501.804,88 dan biaya terendah pada bulan Februari sebesar Rp446.912,71. Total biaya energi selama setahun mencapai Rp6.028.078,71. Tidak ada biaya permintaan yang dikenakan karena beban puncak tetap dan tidak ada biaya tambahan yang dibebankan.



#### 4.6. Perbandingan Sistem PLTS dan Sistem Grid

Architecture		Cost					System		CS6X-325P	
	CS6X-325P (kW)	Leon25 (kW)	NPC (Rp)	COE (Rp)	Operating cost (Rp/yr)	Initial capital (Rp)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	Capital Cost (Rp)	Production (kWh/yr)
	10.1	25.0	Rp61.3M	Rp272.86	-Rp8.45M	Rp170M	96.9	0	90,945,128	17,535
			Rp77.9M	Rp1,467	Rp6.03M	Rp0.00	0	0		

Gambar 10. Perbandingan Sistem PLTS dan Sistem Grid

Berdasarkan analisis data dari sistem jaringan yang menggunakan PV (Photovoltaic) + grid dibandingkan dengan grid tanpa sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya), terdapat beberapa perbedaan signifikan dalam hal biaya, efisiensi, dan dampak lingkungan. Sistem PV + grid memiliki biaya energi (COE) yang jauh lebih rendah, yaitu Rp 272.86 per kWh, dibandingkan dengan Rp 1,467 per kWh pada sistem grid tanpa PLTS. Ini menunjukkan bahwa penggunaan energi dari PV lebih ekonomis dalam jangka panjang.

Dari sisi Net Present Cost (NPC), sistem PV + grid juga lebih unggul dengan nilai Rp 61.3 miliar dibandingkan dengan Rp 77.9 miliar pada sistem grid tanpa PLTS. Ini menegaskan bahwa meskipun investasi awal pada sistem PV + grid lebih tinggi, total biaya yang dikeluarkan selama masa operasionalnya lebih rendah. Selain itu, sistem PV + grid menghasilkan penghematan biaya operasional tahunan yang signifikan sebesar Rp -8.45 miliar, sedangkan grid tanpa PLTS memerlukan biaya operasional tahunan sebesar Rp 6.03 miliar.

#### 5. SIMPULAN

perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) on-grid di PT. Daikin Air Conditioning Makassar, yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik perusahaan dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Penelitian menunjukkan bahwa Makassar memiliki potensi radiasi matahari tinggi dengan rata-rata 5,85 kWh/m<sup>2</sup> per hari, menjadikannya lokasi ideal untuk pengembangan PLTS. Sistem on-grid yang direncanakan akan terhubung dengan jaringan listrik PLN, memungkinkan kelebihan energi disalurkan kembali ke jaringan, sehingga memberikan keuntungan ekonomi dan fleksibilitas dalam pengelolaan energi.

implementasi sistem PLTS on-grid di PT. Daikin Air Conditioning Makassar menunjukkan hasil yang sangat positif dan berpotensi besar dalam memenuhi kebutuhan energi perusahaan secara efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan kapasitas modul surya sebesar 10,1 kW, sistem PLTS mampu menghasilkan energi listrik sebesar 17.535 kWh per tahun. Energi yang dihasilkan ini melebihi kebutuhan energi perusahaan, sehingga kelebihan energi sebesar 13.271 kWh per tahun dapat dijual kembali ke PLN, menghasilkan penghematan biaya energi yang signifikan. Perbandingan antara sistem PLTS on-grid dan sistem grid tanpa PLTS menunjukkan bahwa penggunaan sistem PLTS on-grid lebih ekonomis dengan biaya energi yang lebih rendah dan total biaya operasional yang lebih efisien. Selain itu, sistem PLTS on-grid juga berkontribusi terhadap pengurangan emisi karbon, mendukung keberlanjutan lingkungan, dan menunjukkan komitmen perusahaan terhadap tanggung jawab sosial. Dengan demikian, sistem PLTS on-grid di PT. Daikin Air Conditioning Makassar tidak hanya memenuhi kebutuhan energi tetapi juga memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan yang signifikan.



## DAFTAR REFERENSI

- [1] Hutajulu, O. M., Siregar. B. M, & Mendoza. M. D, "Studi kelayakan potensi penyinaran matahari 34 provinsi di indonesia untuk pembangkit listrik tenaga matahari skala rumah tangga," *Jurnal Insinyur Profesional.*, vol. 2, no. 1, pp.9-15, Juli 2022.
- [2] Fathoni, A. M., Utama, N. A., & Kristianto, M. A., "A Technical and Economic Potential of Solar Energy Application with Feed-in Tariff Policy in Indonesia," *Procedia Environmental Sciences.*, vol. 20, pp.89-96, Juli 2022.
- [3] arfittariah, & Wisyahyadi, "Efisiensi dari Solar panel terhadap Efek Partial shading di Wilayah Karang Joang," *Jurnal ELEMENTER (Elektro Dan Mesin Terapan).*, vol. 8, no. 1, pp.53-62, Mei 2022.
- [4] Dewi, R. P., Karyani, U., & Darpono, R., "Aplikasi nodemcu esp8266 dan sensor suhu untuk monitoring suhu permukaan panel surya melalui smartphone," *Jurnal Ilmiah Flash.*, vol. 8, no. 2, pp.53-58, Desember 2022.
- [5] Sepriyanna, I., Suardi, A., & Wahyuningsih, U., "Penjadwalan proyek pembangkit listrik tenaga surya (plts) dengan critical path method," *Forum Mekanika.*, vol. 10, no. 1, pp.22-29, Mei 2020.
- [6] Syahputra, R., "Modified perturb and observe approach in mppt for a standalone photovoltaic system," *Journal of Electrical Technology Umy.*, vol. 6, no. 2, pp.112-118, December 2022.
- [7] Hu, B., Chen, Y., Kong, D., & Yao, Y., "Large, grid-connected solar photovoltaic power plants renewable energy. Applied and Computational Engineering," *Applied and Computational Engineering.*, vol. 7, no. 1, pp.375-389, Maret 2023.
- [8] Asyadi, T. M., Sara, I. D., & Suriadi, S., "Metode maximum power point tracking (mppt) dan boost converter menggunakan fuzzy logic controller (flc) pada modul surya," *Jurnal Rekayasa Elektrika.*, vol. 17, no. 1, pp.1-6, Maret 2021.
- [9] Alfaridzi, S. M., Nugroho, A., & Sinuraya, E. W., "Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya dengan menggunakan software etap v.12.6 di departemen teknik industri universitas diponegoro," *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro.*, vol. 9, no. 2, pp.143-147, Juni 2020.
- [10] Yulianis, Mairizwan, & Yulkifli, "Increasing the effectiveness of 20 wp solar panel power absorption using three angle variations based on the effect of temperature changes in padang city," *Journal of Climate Change Society.*, vol. 1, no. 2, pp.74-87, November 2023.
- [11] Halim, L., "Analisis teknis dan biaya investasi pemasangan plts on grid dan off grid di indonesia," *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer).*, vol. 5, no. 2, pp.131-136, 2022.
- [12] Asril, Krismadinata, & Husnainim I., "Desain dan Analisis InverterTiga Fasa Menggunakan Metode SPWM," *In Seminar Nasional Teknik Elektro.*, Malang, pp.16-20, Oktober 2018.
- [13] Suroso, S. M., Setiawan, I., & Winardi, B., "Perancangan inverter satu fasa off-grid menggunakan dspic30f4011 dengan kontrol arus metode proportional resonant," *Transient.*, vol. 7, no. 3, pp.753-760, September 2018.



- [14] Huda, M. N. and Kurniawan, I. H., "Perancangan sistem pembangkit listrik tenaga hibrida (tenaga angin dan tenaga surya) di daerah widuri kabupaten pemalang menggunakan perangkat lunak homer.," *Jurnal Riset Rekayasa Elektro.*, vol. 5, no. 1, pp.33-46, Juni 2023.
- [15] Harahap, P., Adam, M., & Oktrialdi, B., "Optimasi kapasitas rooftop pv off grid energi surya berakselerasi di tengah pandemi covid-19 untuk diimplemtasikan pada rumah tinggal," *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer).*, vol. 5, no. 1, pp.31-38, 2022.
- [16] Faridah, "Analisis Penghematan Daya Listrik di PT. Daikin Air Conditioning Makassar," *Jurnal Teknik.*, vol. 16, no. 2, pp.85-92, Desember 2018.
- [17] Engelbertus, T., "Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya untuk catu daya tambahan pada Hotel Kini Kota Pontianak," *Journal of Electrical Engineering.*, vol. 4, no. 2, pp.112-118, Juli 2016.