

PERENCANAAN PEMASANGAN PLTS ROOF TOP SISTEM ON-GRID UNTUK UMKM JASA LAUNDRY

Muhammad Helmi²¹

Email Korespondensi: deltahelmi@gmail.com

Abstrak: PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) merupakan suatu sistem pembangkit tenaga listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari, melalui konversi sel fotovoltaik yang mengubah radiasi matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi matahari (iradiasi) yang mengenai sel fotovoltaik, maka semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya. Data total beban listrik pada gedung yang direncanakan sebesar 5.781 kW dan perkiraan kebutuhan energi harian PLTS dengan asumsi penggunaan energi listrik diperuntukkan untuk fasilitas yang sering digunakan sehari-hari yaitu 13.675 kWh. Modul surya yang direncanakan berkapasitas 250 Wp/panel dengan nilai efisiensi sebesar 15,37% dari pabrikan, dengan luas PLTS rooftop seluas 25,18 m². Jumlah modul array yang dibutuhkan adalah 18, rating arus pengaman MCCB adalah 32,85 A, dan berdasarkan tabel daya seharusnya 50 A.

Kata kunci: perencanaan, PLTS atap, on-grid, listrik, PLN

Abstract: PLTS (Solar Power Plant) is a power generation system whose energy comes from solar radiation, through the conversion of photovoltaic cells that convert solar radiation into electricity. The higher the intensity of solar radiation (irradiation) that hits the photovoltaic cell, the higher the electrical power it produces. The total electrical load data for the planned building is 5,781 kW and the estimated daily energy demand for PLTS assumes that the use of electrical energy is intended for facilities that are often used daily, namely 13,675 kWh. The planned solar module is 250 Wp/panel with an efficiency value of 15.37% from the manufacturer, with a rooftop PLTS area of 25.18 m². The required number of array modules is 18, the MCCB safety current rating is 32.85 A, and based on the power table it should be 50 A.

Keywords: planning, rooftop PLTS, on-grid, electricity, PLN

²¹ Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti.

PENDAHULUAN

PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) adalah sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari, melalui konversi sel fotovoltaik yang mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi (iradiasi) matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya. Dengan kondisi penyinaran matahari di Indonesia yang terletak didaerah tropis dan berada di garis khatulistiwa, PLTS menjadi salah satu teknologi penyediaan tenaga listrik yang potensial untuk diaplikasikan (SNI 8395:2017).

Permen ESDM No.16 tahun 2019, tentang penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya atap oleh pelanggan PT. Perusahaan

Listrik Negara (PLN) Persero. Aturan ini dimaksudkan untuk membuka peluang bagi seluruh pelanggan baik dari sektor rumah tangga, bisnis, pemerintah, sosial maupun industri untuk berperan serta dalam pemanfaatan dan pengelolaan energi terbarukan untuk mencapai ketahanan dan kemandirian energi.

Dari penjelasan Permen ESDM No.16 tahun 2019 tersebut, bahwa untuk membuka peluang bagi seluruh pelanggan baik dari sektor rumah tangga, bisnis, pemerintah, sosial maupun industri untuk berperan serta dalam pemanfaatan dan pengelolaan energi terbarukan untuk mencapai ketahanan dan kemandirian energi.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), melalui Peraturan Presiden No.79 tahun 2014, Pemerintah Indonesia menetapkan kebijakan peningkatan pangsa energi terbarukan dalam bauran energi nasional hingga 23% pada tahun 2025. Untuk mendukung upaya tersebut, terutama di bidang pemanfaatan energi surya, pemerintah telah mengeluarkan beberapa kebijakan teknis sebagai landasan pelaksanaannya, salah satunya melalui Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No.49 tahun 2018, jo. Permen ESDM No.13 tahun 2019, jo. Permen ESDM No.16 tahun 2019, tentang penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya atap oleh pelanggan PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) Persero. Aturan ini dimaksudkan untuk membuka peluang bagi seluruh pelanggan PT. PLN (Persero) baik dari sektor rumah tangga, bisnis, pemerintah, sosial maupun industri untuk berperan serta dalam pemanfaatan dan pengelolaan energi terbarukan untuk mencapai ketahanan dan kemandirian energi, khususnya energi surya (EBTKE, 2018).

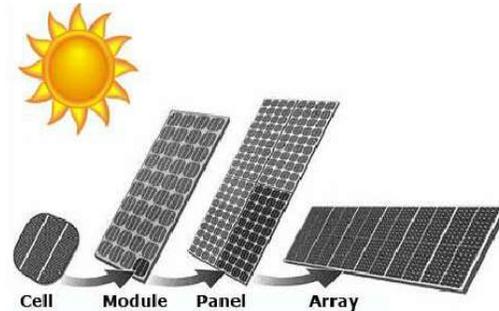
Untuk mendorong pelaksanaannya secara masif di Indonesia, pemerintah telah mengeluarkan Surat Edaran Menteri ESDM No. 363/22/MEM.L/2019 kepada menteri Kabinet Kerja, jaksa agung, panglima TNI, kepala kepolisian negara RI, pimpinan lembaga pemerintah non-kementerian, para gubernur, dan para bupati/wali kota di Indonesia. Surat edaran tersebut berisi imbauan untuk memasang instalasi PLTS atap pada gedung/bangunan yang meliputi perkantoran, rumah dinas, gudang, tempat parkir dan fasilitas umum lainnya.

Pengertian Panel Surya

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

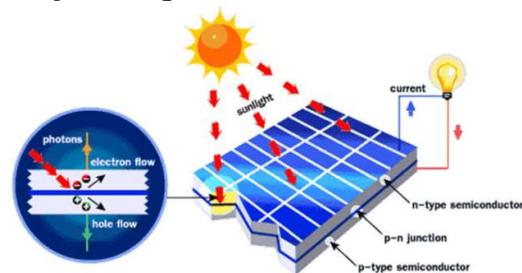
Secara umum istilah modul dan panel surya sering digunakan secara bergantian.

Karena secara praktis, istilah modul surya dan panel surya sama-sama mengacu pada salah satu komponen utama dalam PLTS. Namun dalam perencanaan yang lebih teknis, istilah ini memiliki makna yang berbeda.



Gambar 1. Ilustrasi Perbedaan Modul dan Panel Surya.

Modul surya adalah suatu alat yang terdiri dari sel surya yang berfungsi untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Modul surya inilah yang biasanya ditemui di pasaran dan spesifikasi modul surya ini yang dipertimbangkan dalam perhitungan perancangan sistem. Sedangkan panel surya adalah rangkaian modul surya yang disusun sesuai dengan sistem PLTS yang telah dirancang. Namun sekali lagi, dalam praktiknya, istilah panel surya dan modul surya banyak digunakan secara bergantian untuk merujuk pada hal yang sama, komponen PLTS yang menyerap sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik.



Gambar 2. Prinsip kerja panel surya.

Prinsip kerja dari panel surya adalah dimulai ketika pancaran sinar matahari yang tersusun dari foton menabrak atom semikonduktor silikon dari *solar panel*. Sehingga bisa menimbulkan energi besar yang mampu untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang sudah berpisah serta memiliki muatan negatif akan bergerak ke daerah konduktor dari material semikonduktor.

Dan pada atom yang telah hilang elektronnya, maka strukturnya akan kosong yang disebut dengan hole yang bermuatan positif.

Jika ada elektron bebas yang sifatnya negatif, maka bisa menjadi pendonor elektron atau disebut dengan semikonduktor tipe “n”. Dan untuk semikonduktor dengan hole bermuatan positif akan menjadi penerima elektron atau semikonduktor tipe “p”. Antara daerah positif dan negatif itulah bisa memunculkan energi yang kemudian mendorong elektron dan hole menjadi berlawanan. Di mana elektron akan jauh dari daerah negatif dan hole akan jauh dari daerah positif.

Pertimbangan Peletakan Panel Surya

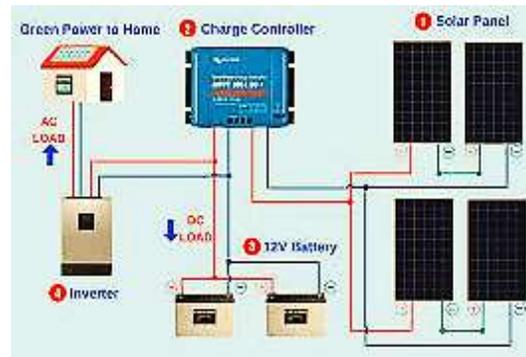
Secara teknis, peletakan panel surya perlu memperhatikan sistem support dan mounting serta arah hadapan dan kemiringan panel surya. Berikut penjelasan kedua pertimbangan tersebut:

A. Sistem Support dan Mounting

Pertimbangan ini merupakan upaya untuk memilih peralatan atau struktur untuk menjaga posisi panel surya agar tidak bergerak. Selain itu juga untuk mengarahkan panel surya pada posisi yang ditentukan. Terdapat dua metode mounting panel surya untuk aplikasi PLTS atap, yaitu menggunakan rangka atau tanpa rangka, dengan menempelkan panel surya pada atap/genteng. Bahan rangka panel surya juga bervariasi, dapat menggunakan material besi galvanis atau aluminium. Biaya akan menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan metode dan material struktur mounting panel surya.



Gambar 3. Contoh Aplikasi Rangka Panel Surya.

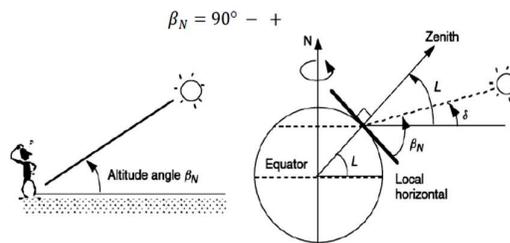


Gambar 4. Contoh Instalasi Panel Surya.

B. Perhitungan Sudut Altitude (β_N)

Saat siang hari matahari mencapai titik tertinggi dan merupakan titik referensi penting untuk hampir semua perhitungan matahari. Rata-rata panel surya di posisikan menghadap equator, bagi belahan utara bumi menghadap ke selatan, sedangkan bagi belahan selatan bumi menghadap ke utara.

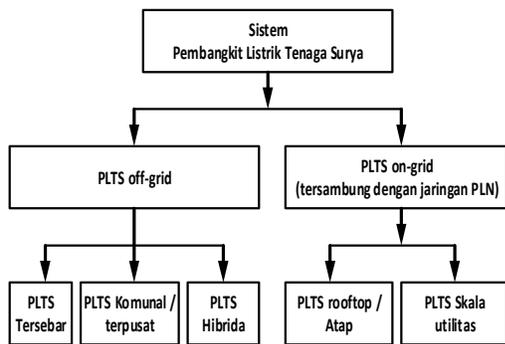
Konfigurasi lainnya adalah memiringkan panel surya pada sudut kemiringan tertentu yang sama dengan latitude lokasi, merupakan cara terbaik untuk mendapatkan jumlah radiasi maksimal yang terpapar ke permukaan panel surya.



Gambar 5. Altitude angle saat matahari siang hari

Garis yang ditarik dari sistem bumi dan matahari seperti pada gambar 1 bisa mempermudah pemetaan sudut matahari, yang disebut altitude angle (β_N). Ketinggian sudut antara matahari dan equator lokal berada langsung dibawah matahari, berdasarkan gambar 3 dapat ditulis hubungan altitude angle dengan lokasi sudut deklinasi dimana L merupakan latitude lokasi

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya terbagi menjadi dua bagian yaitu PLTS off grid dan PLTS on-grid, seperti yang terlihat pada gambar berikut ini :

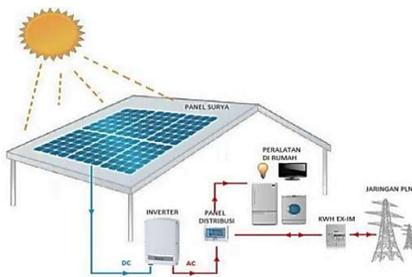


Gambar 6. Sistem Pembangkit Listrik.

C. PLTS on-grid

Sistem tenaga surya On-Grid adalah sistem yang paling umum dipasang di dunia, semi-otonom karena masih terkoneksi ke jaringan. Sistem ini juga paling sederhana dan ekonomis. Dengan mengatur kapasitas sistem dan menye-laraskan beban pemakaian sebanyak mungkin dengan hasil produksi, maka daya yang diimpor dapat diminimalkan dan memaksimalkan konsumsi dari yang dihasilkan sistem, berarti nilai pengem-balian investasi dapat dicapai lebih cepat melalui penghematan tagihan listrik.

Cara kerja Sistem tenaga surya on-grid, adalah panel surya mengubah sinar matahari menjadi listrik Arus Searah. Inverter kemudian mengubah listrik searah menjadi listrik Arus Bolak-balik. listrik dan mengirimkannya ke Panel Distribusi yang mengalir ke semua peralatan listrik.

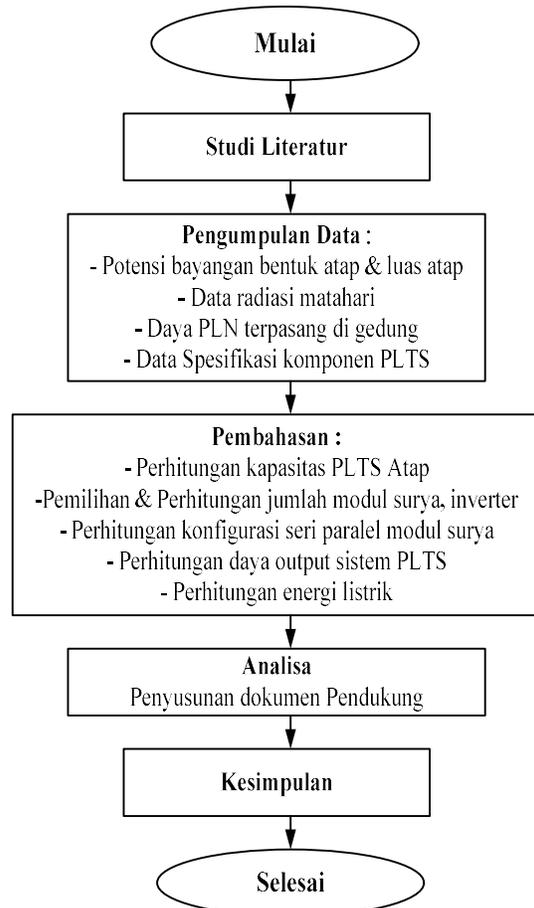


Gambar 7. Sistem tenaga surya On-Grid

Ketika panel menghasilkan lebih dari yang digunakan, kelebihan listrik dikirim ke jaringan. Saat kebutuhan beban tinggi dan pada malam hari ketika tidak menghasilkan, listrik

dari jaringan akan digunakan. Inverter mengontrol aliran listrik sehingga daya dari panel surya selalu menjadi dalam prioritas daripada listrik dari jaringan PLN.

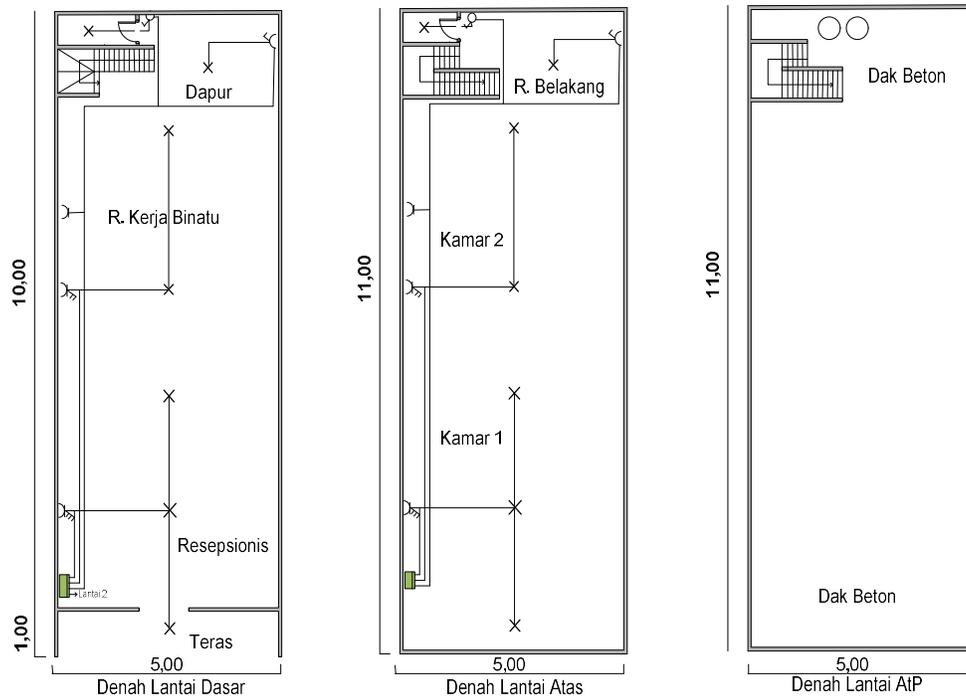
Langkah-langkah dalam Perencanaan



Gambar 8. Langkah-langkah dalam perencanaan.

Data-data survey Situasi

Dalam perencanaan pemasangan Instalasi PLTS atap sistem on-grid di atap bangunan ruko, dimana pada atap bangunan tersebut dak beton. Usaha yang akan direncanakan laundry (jasa binatu) dimana luas atap bangunan tersebut adalah (9 x 5 meter) dengan luas 45 meter.



Gambar 9. Denah Bangunan yang direncanakan

Kebutuhan Energi Harian

Tabel 1. Perkiraan Kebutuhan Energi Harian

No	Ruangan	Jenis Beban	Jumlah satuan	Daya (W)	Operasi / Hari (jam)		Kebutuhan energi Harian perbeban (w)		Total Kebutuhan energi harian (Wh)
					siang	malam	siang	malam	
Lantai 1									
1	Teras Depan	L. LED	1	27	-	12	-	324	324
2	R. Resepsonis	L. LED	1	13	4	4	52	52	104
		TV LED	1	35	6	2	210	70	280
3	R. Kerja Binatu	L. LED	3	18	4	4	72	72	148
		M. Cuci	2	2.200	4	-	8.800	-	8.800
		M. Cuci	1	450	4	-	1800	-	1.800
		Setrika	2	350	4	-	1.400	-	1.400
4	R. Makan/Dapur	L. LED	1	9	4	12	36	108	144
5	Km. Mandi	L. LED	1	5	2	2	10	10	20
Lantai 2									
1	Teras Depan	L. LED	1	13	-	12	-	52	52
2	R. Kamar 1	L. LED	1	13	-	10	-	130	130
		TV LED	1	35	3	3	105	105	210
3	R. Kamar 2	L. LED	1	13	4	5	52	65	117
4	R. Belakang	L. LED	1	9	2	12	18	108	126
5	Km. Mandi	L. LED	1	5	2	2	10	10	20
Total Perkiraan Kebutuhan Energi Harian									13.675

PEMBAHASAN

Daya Puncak dari Modul Surya

Besar irradiasi rata-rata harian (horizontal difuse irradiation) rata-rata dalam setahun dari bulan Januari sampai Desember yaitu 4,38 kW/m², maka total daya puncak PLTS berdasarkan persamaan 2.1 adalah :

$$\begin{aligned} &\text{➤ } kW_{peak} \text{ PLTS} \\ &= \frac{\text{Total kebutuhan energi listrik haria}}{\text{Irradiasi rata-rata}} \\ &= \frac{13,675}{4,38} \\ &= 3,12 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Nilai tersebut perlu ditambahkan 15% dianggap sebagai rugi-rugi sistem. Sehingga nilai daya puncak setelah penambahan rugi-rugi sistem berdasarkan persamaan 2.2 adalah :

$$\begin{aligned} &\text{➤ } kW_{peak} \text{ PLTS} \\ &= kW_{peak} \text{ PLTS} + 15\% \\ &= 3,12 \text{ kWh} + 15\% \\ &= 3,59 \text{ kWh}. \end{aligned}$$

Modul surya yang direncanakan 250 Wp / panel dengan besar efisiensi 15,37 % dari pabrikan seperti pada gambar 15 maka didapatkan luas area efektif berdasarkan persamaan 2.3 adalah :

$$\begin{aligned} &\text{➤ } Area (m^2) = \frac{kWp}{\text{Efisiensi Modul Surya}} = \\ &\frac{3,59 \text{ kWh}}{15,37\%} \\ &= 23,36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

jumlah modul surya yang diperlukan berdasarkan persamaan 2.4 :

$$\begin{aligned} &\text{➤ } \text{Jumlah Modul Surya} \\ &= \frac{\text{Daya puncak Modul Surya (Wp)}}{\text{Wp}} \\ &= \frac{3590 \text{ Wh}}{250 \text{ Wp}} \\ &= 6 \text{ modul Surya} \end{aligned}$$

Cadangan energi dibutuhkan jika cuaca tidak mendukung (seperti hujan, cuaca mendung dan lain-lain) maka untuk menambahkan

keandalan PLTS berdasar-kan persamaan 2.5 harus ditambahkan 20 %, maka :

$$\begin{aligned} &\text{➤ } \text{Jumlah Modul Array} \\ &= \text{Jumlah modul surya} + 20\% \\ &= 14,36 \text{ modul surya} + 20\% \\ &= 17,23 \text{ modul} \\ &= 18 \text{ Modul (Pembulatan)} \end{aligned}$$

Rating Arus Pengaman

Beban daya yang terpasang pada panel penerangan dan Kotak Kontak berdasarkan tabel 1 hasil perhitungan didapat Total Daya = 5.781 Watt

Arus nominal untuk beban 1 fasa dari total daya terpasang gedung (tabel 1) didapatkan :

$$\begin{aligned} I_n &= \frac{P}{V \cdot \cos \phi} = \frac{5.781}{220 \cdot 0,8} \\ &= 32,85 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

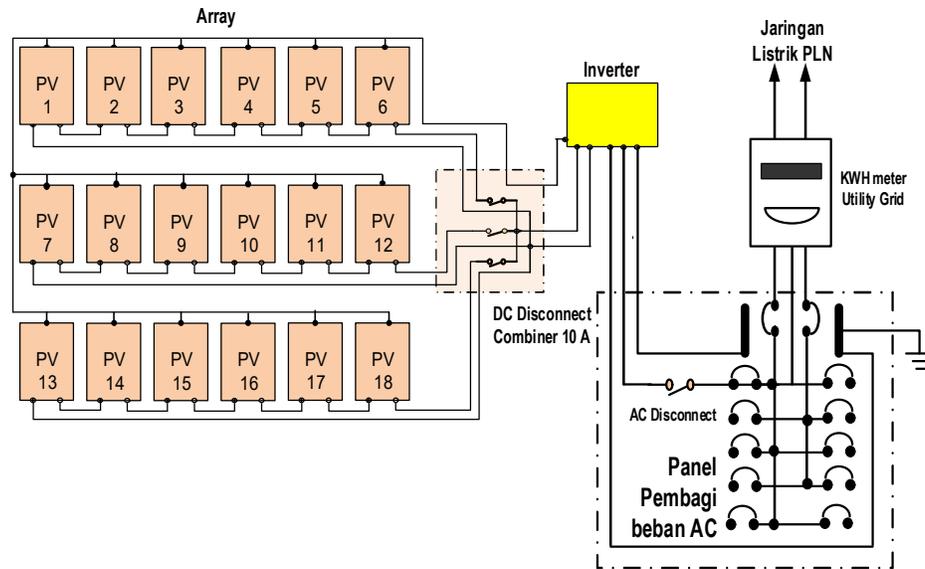
Kemampuan Hantar Arus (KHA)

$$KHA = 1,25 \times 32,85 \text{ A} = 41 \text{ A}$$

Sesuai dengan tabel maka dipilih setting pengaman (MCCB) 50 A, dan penghantar yang digunakan NYY 3 x 6 mm².

Tabel 2. Hasil Perhitungan

Keterangan	Hasil
Total Daya Listrik Keseluruhan	5.781 kW
Total Perkiraan Kebutuhan Energi Harian	13.675 kWh
Total Daya Puncak PLTS	3,59 kWh
Modul surya yang direncanakan/ panel	250 Wp
Max PV Input Current	18 A
Max PV Input VOC	450 Vdc
Luas area efektif pemasangan Modul Surya	23,36 m ²
Jumlah Modul PLTS	18 Modul
Jumlah Inverter yang dibutuhkan	1 buah
Daya Inverter	6000 W
Input Inverter	48 V
Outout Inverter	220 V
kWh PLTS on Grid	Maxim meter
MCCB 1 fasa	50 Amper



Gambar 10. Instalasi Panel PLTS sistem On-Grid dengan jaringan listrik PLN.

Keterangan gambar :

1. **Array**, adalah kumpulan beberapa modul surya atau panel surya yang punya struktur terpisah tetapi terhubung dengan kabel dalam satu jaringan kabel elektrik. Fungsinya adalah suatu rangkaian arus listrik berisi sekumpulan Cell Surya yang saling terhubung dan berfungsi mengubah cahaya menjadi energy listrik.
2. **DC Disconnect**, adalah suatu alat yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik DC dari Array dengan pengaman berupa fuse atau sekering listrik.
3. **Iverter**, adalah berupa rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk melakukan konversi atau mengubah tegangan DC (searah) menjadi tegangan AC (Bolak-balik).
4. **Panel Listrik**, adalah sebuah perangkat listrik yang terdiri dari beberapa komponen listrik yang diatur dan disusun sedemikian rupa sehingga dapat memudahkan penggunaannya untuk mendistribusikan, menyalurkan dan membagi tenaga listrik dari sumber listrik ke beban-beban listrik lainnya dan juga sebagai pengaman dan tempat pemeriksaan daya ke beban listrik.
5. **AC Disconnect**, adalah panel utama MCCB 1 fasa yang berfungsi sebagai pengaman, pembatas arus listrik dan pemutus arus ketika terjadi hubung pendek (korsleting).
6. **KWH meter Utility Grid**, Disebut juga sebagai Meteren EXIM akan mengukur

surplus listrik yang masuk ke jaringan listrik PLN, dan juga menghitung pemakaian aliran listrik di malam hari atau saat cuaca hujan. Meteran Exim akan secara otomatis menghitung berapa daya listrik yang dikirim PLN terpakai oleh beban.

SIMPULAN

1. PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) adalah sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari, melalui konversi sel fotovoltaik yang mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi (iradiasi) matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya.
2. Total dari data beban listrik pada bangunan yang direncanakan adalah sebesar 5,781 kW dan perkiraan kebutuhan energi harian pada PLTS diasumsikan bahwa penggunaan energi listrik diperuntukkan pada pasilitas yang sering digunakan energi listrik harian yaitu 13.675 kWh.
3. Modul surya yang direncanakan 250 Wp/panel dengan nilai efisiensi 15,37 % dari pabrikan, dengan luas area PLTS atap 25,18 m². Jumlah modul array yang dibutuhkan 18 modul.
4. Rating arus pengaman MCCB 32,85 A, dan berdasarkan tabel daya yang seharusnya sebesar 50 A.

DAFTAR PUSTAKA

- Anoname, 2022, “Pengertian, jenis dan cara memilih inverter tenaga surya”, <http://pasangpanelsurya.com/>.
- Buku Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya: Dos & Don'ts, 2018.
- Buku Panduan Studi Kelayakan PLTS Terpusat Off-grid, 2018.
- Buku Panduan Instalasi Sistem Fotovoltaik Rooftop, 2017.
- Buku Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS Atap di Indonesia.
- Peraturan Menteri ESDM No.49 tahun 2018 tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Oleh Pelanggan PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero).
- Peraturan Menteri ESDM No.13 tahun 2019 tentang Perubahan Peraturan Menteri ESDM No.49 tahun 2018.
- SNI 8395:2017 Panduan Studi Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Fotovoltaik, 2017, Badan Standardisasi Nasional.
- Surat Edaran Menteri ESDM No. 363/22/MEM.L/2019 perihal Imbauan Pemasangan Instalasi PLTS Atap.
- Undang Undang No.30 tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan.