

Pemanfaatan PLTS On Grid Pada Rooftop PLTGU Blok 1 PT PLN Nusantara Power Berbasis Isolarcloud

Rio Afrianda^{1)}; Setianto Rama Putra²; Aris Sulton³*

1. Fakultas ketenagalistrikan dan energi terbarukan, Institut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat, DKI Jakarta 11750, Indonesia
2. Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa No.10, Lb. Siliwangi, Coblong, Bandung, Jawa Barat 40132, Indonesia
3. Engineering, PT PLN Nusantara Power, 18 Office Park, Jl. TB Simatupang No.18, Kebagusan, Pasar Minggu, Jakarta Selatan, Jakarta 12520, Indonesia

**)Email: rio@itpln.ac.id*

Received: 19 Agustus 2023 | Accepted: 30 Januari 2024 | Published: 29 Januari 2024

ABSTRACT

PLTS (Solar Power) is an alternative energy that is used as the construction and development of new and renewable energy (EBT) to address the need for electrical energy. Usually the installation of PLTS is connected with software to monitor its work. This research uses a software called Isolarcloud. The purpose of this research is to find out the material used in PLTS, to calculate the input power and output power based on Isolarcloud data, to calculate the efficiency of the inverter connected to Isolarcloud and to know and understand the effect of solar radiation intensity. The research method used is a quantitative method with observation, testing, measurement and data processing. The results obtained are solar panels used as many as 76 pieces with a size of 2m x 1m and inverters and several other equipment. The highest input power and output power are at 12.00 WIB and the lowest is at 07.00 WIB. The efficiency value of the inverter per hour varies where the efficiency value almost reaches 100% so that it can be said that PLTS works optimally which is influenced by the intensity of solar radiation where the intensity of solar radiation increases, the power generated by PLTS also increases.

Keywords: PLTS, Inverter, Efficiency, Isolarcloud

ABSTRAK

PLTS (Pusat Listrik Tenaga Surya) merupakan energi alternatif yang digunakan sebagai pembangunan dan pengembangan dari energi baru dan terbarukan (EBT) guna mengatasi kebutuhan energi listrik. Untuk memaksimalkan kenyernjanya PLTS dihubungkan dengan software bernama Isolarcloud. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui potensi dan efesiensi pemanfaatan PLTS, untuk menghitung daya masukan dan daya keluaran berdasarkan data menggunakan Isolarcloud, untuk dan menghitung efisiensi dari inverter yang terhubung dengan Isolarcloud serta mengetahui dan memahami pengaruh intensitas radiasi matahari setiap jam terhadap produksi listrik PLTS. Metode penelitian yang digunakan, yaitu metode kuantitatif dengan pengamatan, pengujian, pengukuran dan pengolahan data – data. Hasil yang didapat adalah panel surya yang digunakan sebanyak 76 buah dengan ukuran 2m x 1m dan inverter serta beberapa peralatan lainnya. Untuk daya masukan dan daya keluaran tertinggi berada pada pukul 12.00 WIB dan terendah pada pukul 07.00 WIB. Nilai efisiensi inverter persatu jam berbeda – beda dimana nilai efisiensi tersebut hampir mencapai 100% sehingga dapat dikatakan PLTS bekerja secara maksimal yang dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari dimana semakin meningkat intensitas radiasi matahari, maka daya yang dihasilkan PLTS juga meningkat.

Kata kunci: PLTS, Inverter, Efisiensi, Isolarcloud

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik di masyarakat semakin hari akan terus meningkat. Salah satu solusi penting untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil yang semakin langka sebagai sumber listrik adalah dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan. Salah satu sumber energi terbarukan yang tersedia secara umum adalah Pusat Listrik Tenaga Surya yang terhubung dengan grid PLN atau on grid. PLTS on grid pada rumah tangga berperan sebagai cadangan energi atau bahkan dapat menjadi sumber utama suplai listrik. Konsep cadangan energi ini terjadi karena suplai listrik di rumah tangga berasal dari dua sumber, yaitu PLTS dan PLN. PLTS akan menyediakan suplai listrik pada siang hari, sementara PLN akan bertanggung jawab pada suplai listrik di malam hari [1]. Sistem photovoltaic ini sudah ditingkatkan keberadaannya berupa perancangan – perancangannya yang dimana dimulai dari sektor rumah tinggal, perkantoran, perusahaan, bahkan industri seperti unit pembangkit. Salah satu unit pembangkit yang dimaksud, yaitu PT. PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Muara Karang atau PT. PLN NP UPMKR.

PT. PLN NP UPMKR memiliki peranan penting bagi ibukota Jakarta dalam hal menyediakan pasokan listrik yang berkualitas tinggi. Untuk membangkitkan energi listrik, PT. PLN NP UPMKR membutuhkan energi listrik yang cukup besar dalam operasionalnya. Mengingat bahan bakar pembangkit – pembangkit konvensional selain PT. PLN NP UPMKR dapat menguras sumber daya alam dan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Selain itu, PT. PLN NP UPMKR memiliki peralatan – peralatan listrik yang tidak boleh padam sehingga diperlukannya sistem pembackupan apabila terjadi blackout. Sehingga, dirancangnya PLTS pada rooftop PT. PLN NP UPMKR yang digunakan untuk sistem pembackupan dalam konteks pemakaian sendiri yang dimana mencapai 3% [2],[3].

Perancangan PLTS pada rooftop PT. PLN NP UPMKR ini memiliki total kapasitas yang terpasang sebesar 33,82 kWp dengan daya puncak sebesar 33 kW. Untuk memantau atau memonitoring kerja atau hasil produksi energi listrik dari PLTS ini, maka digunakan software atau perangkat lunak yang bernama Isolarcloud yang terhubung dengan inverternya.[4], [5]. Perangkat lunak ini dapat menganalisa data berupa nilai tegangan dan nilai arus DC (Direct Current) maupun AC (Alternating Current), serta daya yang masuk ataupun daya yang keluar. Perancangan dan pengembangan PLTS ini digunakan sebagai inovasi yang bermanfaat untuk pemakaian sendiri guna menunjang kelancaran dalam memproduksi listrik serta untuk mendukung program zero emission serta memiliki efisiensi yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan analisa dari PLTS yang terdapat pada PT. PLN NP UPMKR.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Photovoltaic

Photovoltaic atau sel surya merupakan suatu sistem yang dapat mengkonversi atau mentransfer cahaya/radiasi matahari menjadi energi listrik dimana sering disebut effect photovoltaic atau sering disingkat dengan PV. Efek photovoltaic ini pertama – tama ditemukan pada tahun 1839 oleh Henri Becquerel [3]. Sistem photovoltaic atau PLTS ini mengkonversi energi listrik dengan metode elektromagnetik. Metode elektromagnetik yang dimaksud yaitu mengkonversi dari sinar atau radiasi matahari menjadi energi listrik [6].

Faktor yang berpengaruh terhadap hasil produksi panel surya [6] yaitu:

- a. Intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan bumi dengan satuan W/m². Intensitas radiasi matahari setiap tempat berbeda – beda, tetapi pada umumnya semakin menuju tengah hari intensitas radiasi matahari akan pada puncaknya, ketika menuju sore akan intensitas radiasi

akan menurun. Oleh karena itu, intensitas radiasi matahari ini sangat penting untuk diketahui baik dalam diukurnya secara langsung atau data yang didapat diolah.

- b. Sisi miring dari panel surya dimana ketika panel surya dipasang secara seri maupun paralel diwajibkan untuk memasang pada arah dan sisi miringnya dengan tinggi yang setara.
- c. Bayangan objek (shading) yang menghambat cahaya matahari serta pengumpulan partikel – partikel kecil dimana dapat menghambat penyaluran cahaya matahari.
- d. Temperatur atau suhu pada panel surya dimana ketika suhu meningkat akan mengakibatkan efisiensi pada panel surya menurun.

Sifat listrik yang mampu menghantarkan listrik dengan baik (konduktor) dan sebagai isolator disebut dengan semikonduktor [8]. Umumnya, sel PV terdiri dari p junction dan n junction (p – n junction) yang dimana sisi positif dan sisi negatif pada bahan semikonduktor saling mengikat. Sel yang berada pada photovoltaic disebut dengan sel surya. Kaidah kerja sel surya ini dimulai dari partikel yang sangat kecil dari sinar matahari disebut dengan foton. Ketika foton ini menyentuh atom – atom pada bahan semikonduktor sel surya maka akan melepaskan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terlepas ini akan bergerak bebas sebagai muatan negatif (tipe n), sehingga atom yang terpisah dari elektron tersebut akan terjadi kekosongan atau disebut dengan “hole” (tipe p) yang memiliki muatan positif [7].

2.2. Metode Analisis Data

Dalam metode analisis data ini, langkah pertama yang dilakukan peneliti adalah dengan melakukan pengumpulan data dari studi literatur, yaitu pengumpulan data dari pihak terkait atau mencari referensi dari jurnal, buku dan lain sebagainya. Langkah kedua, dengan melakukan observasi yang dilanjutkan dengan pengambilan data secara langsung dilapangan melalui pengamatan langsung atau menggunakan perangkat lunak yang bernama Isolarcloud. Untuk parameter – parameter yang digunakan, antara lain:

- a. Tegangan AC & DC
- b. Arus AC & DC
- c. MPPT
- d. Intensitas radiasi
- e. Daya masuk
- f. Daya keluar

Parameter – parameter yang telah disebutkan tersebut diambil selama 1 hari dimulai dari pukul 07.00 WIB sampai dengan 15.00 WIB pada tanggal 14 April 2023 melalui perangkat lunak Isolarcloud. Apabila data sudah sesuai dengan parameter – parameter tersebut, selanjutnya dilakukan analisis data berupa perhitungan yang merujuk pada persamaan – persamaan dibawah. Persamaan – persamaan yang digunakan peneliti untuk menganalisis data adalah sebagai berikut:

Menentukan Daya Input dan Daya Output

$$P_{in} = V \times I$$

Dimana :

$$P_{in} = \text{Daya input ke inverter (Va)}$$

$$V = \text{Tegangan (V)}$$

$$I = \text{Arus (A)}$$

$$P_{out} = V \times I$$

Dimana :

$$P_{out} = \text{Daya output dari inverter (Va)}$$

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Menentukan Efisiensi

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Dimana :

η = Efisiensi (%)

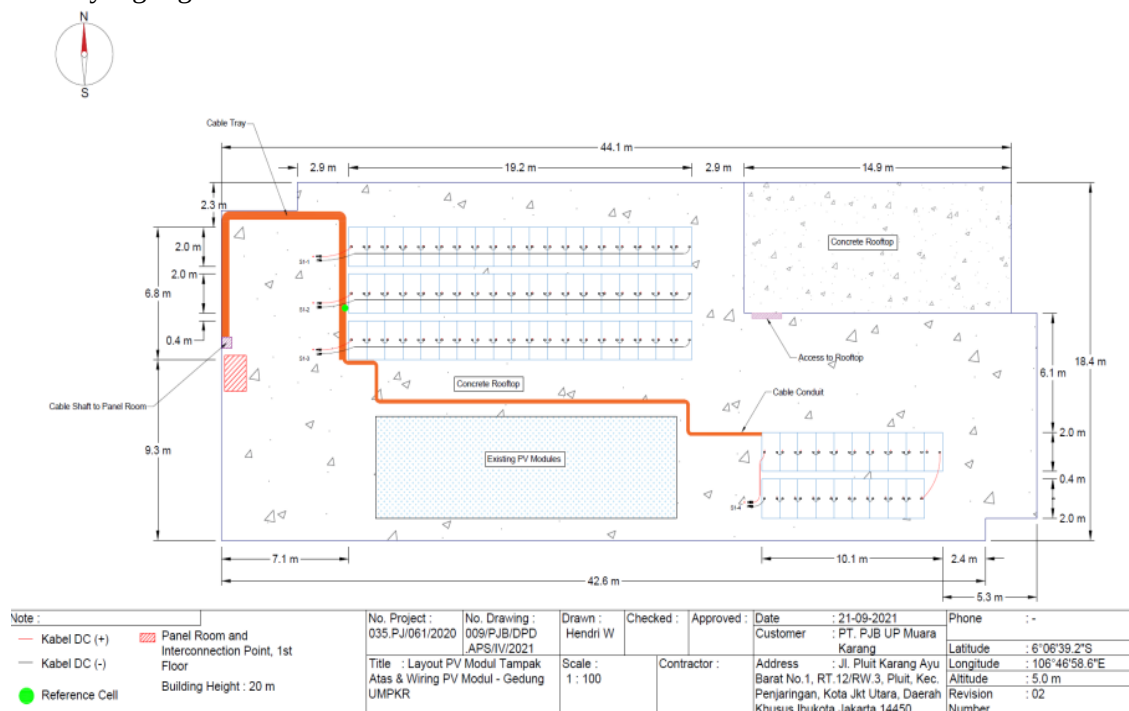
Pout = Daya output dari inverter (Va)

Pin = Daya input ke inverter (Va)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem PLTS pada rooftop gedung administrasi PLTGU Blok 1 Muara Karang menggunakan sistem on grid. Sistem ini bekerja dimulai dari energi foton diserap oleh panel surya yang menghasilkan energi listrik arus DC yang kemudian dilanjutkan ke arah inverter. Inverter ini berfungsi sebagai pengubah atau mengkonversi arus DC menjadi arus AC. Selanjutnya, disalurkan atau didistribusikan ke peralatan – peralatan listrik yang memerlukan energi listrik pada gedung administrasi PLTGU Blok 1 Muara Karang guna untuk memaksimalkan peralatan – peralatan listrik tersebut untuk beroperasi. Pada sistem PLTS on grid ini terdiri dari 4 string dengan dengan jumlah panel surya sebanyak 76 buah dengan luas penampang sebesar 2 m x 1 m dengan kapasitas yang terpasang sebesar 33,82 kWp dengan rata – rata daya puncak yang dihasilkan sebesar 33 kW.

Berikut *drawing* dari PLTS On Grid yang menunjukkan lokasi atau letak dari beberapa material yang digunakan:



Sumber: dokumen PT. PLN Nusantara Power

Gambar 1. Drawing PLTS On Grid

Berdasarkan gambar.1 dapat dilihat bahwa *drawing* dari PLTS On Grid yang dimana terdapat beberapa keterangan untuk mempermudah pembacaannya yang berfungsi untuk mengetahui tata

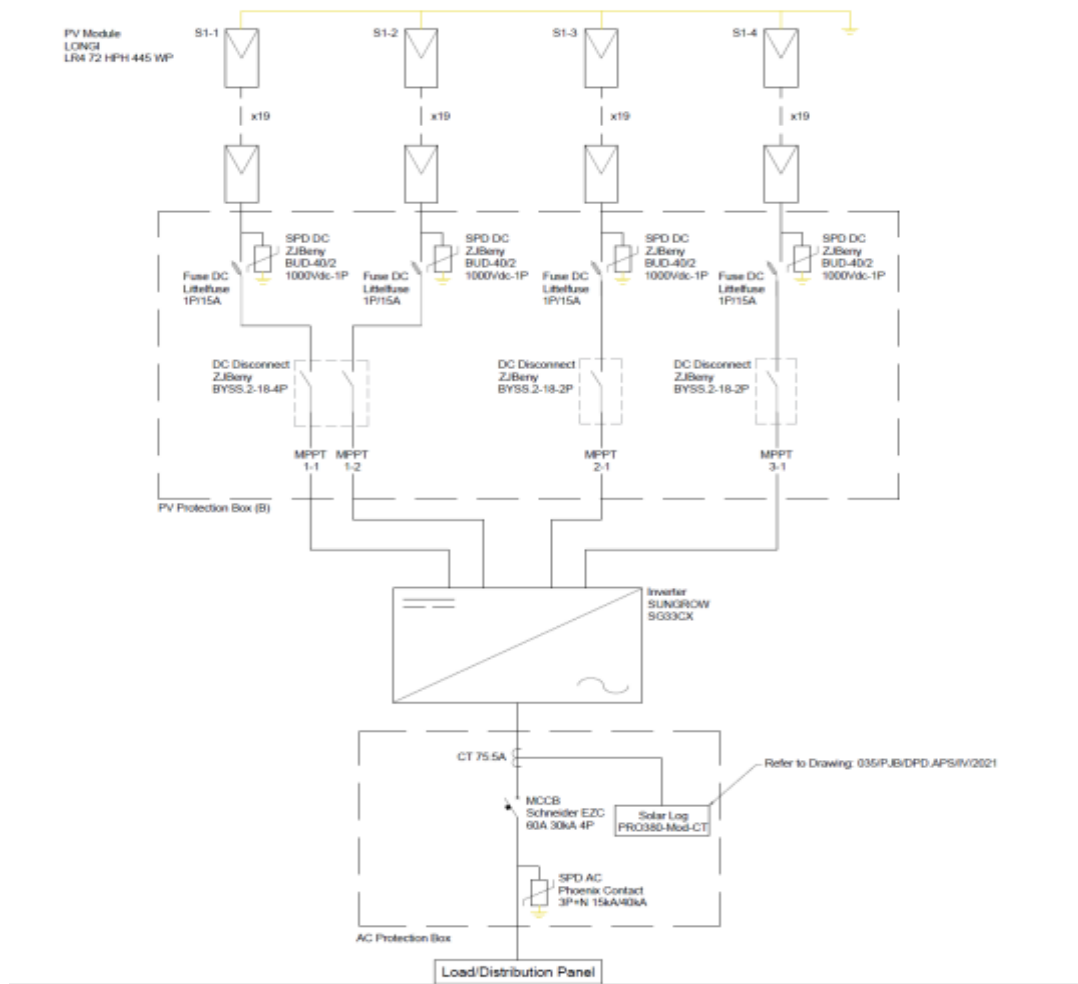
letak atau lokasi serta pemasangan setiap material yang digunakan. Selain itu, fungsi dari *drawing* ini untuk mengetahui penyusunan panel surya secara seri atau paralel, serta berapa string yang digunakan. Singkatnya, *drawing* PLTS ini berfungsi sebagai denah.



Sumber: dokumen pribadi

Gambar 2. PLTS *On Grid* pada Gedung Administrasi

Berikut gambar dari *Single Line Diagram* (SLD) dari sistem PLTS *On Grid* yang berada pada *rooftop* gedung administrasi PLTGU Blok 1 UPMKR:



Sumber: dokumen PT. PLN Nusantara Power

Gambar 3. Single Line Diagram PLTS On Grid

Single Line Diagram (SLD) merupakan suatu gambar sederhana untuk mempermudah pekerja dalam melihat keadaan suatu sistem instalasi listrik yang dilambangkan dengan simbol sebagai penggambaran komponen – komponennya.

Untuk hasil yang diperoleh dari penelitian adalah data – data yang bersangkutan dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini guna untuk mengetahui daftar material yang digunakan oleh PLTS *on grid* pada *rooftop* gedung administrasi PLTGU Blok 1 Muara Karang. Selain itu, data yang didapat juga berdasarkan *software* atau perangkat lunak dari PT. PLN Nusantara Power UP Muara Karang yang bernama *Isolarcloud*. *Software* atau perangkat lunak ini terhubung dengan inverter yang digunakan pada PLTS *on grid* ini dengan merek *Sungrow*. *Software* atau perangkat lunak ini dapat menunjukkan data – data berupa daya, arus, tegangan AC ataupun DC dalam waktu harian, mingguan, bulanan dan tahunan. Selain dapat menunjukkan data – data berupa daya, arus, tegangan AC ataupun DC, *software* atau perangkat lunak ini dapat menunjukkan daya yang dihasilkan oleh PLTS yang terpasang. *Software* atau perangkat lunak ini hanya bisa diakses oleh seseorang apabila sudah mengetahui *username* serta *password*-nya. Data yang didapat dari *software* atau perangkat lunak *Isolarcloud* ini dapat diunduh serta file yang terunduh berupa *microsoft excel*. Berikut tampilan *software* atau perangkat lunak *Isolarcloud*:



Sumber: Isolarcloud

Gambar 4. Tampilan Isolarcloud

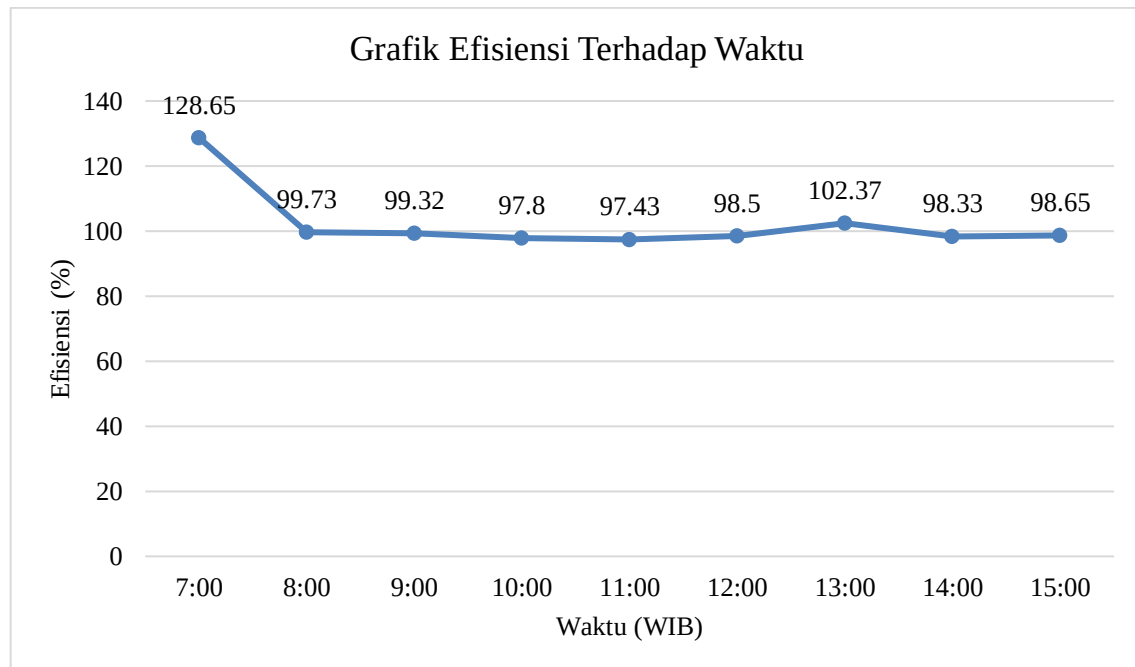
Pengambilan data ini menggunakan perangkat lunak berupa *Isolarcloud* 14 April 2023 pada pukul 15.00 WIB.

Tabel 1. Data Efisiensi PLTS

Waktu	Pin DC (Va)	Pout AC (Va)	Efisiensi (%)
07.00	1.253,62	1.612,8	128,65
08.00	9.163,42	9.139,2	99,73
09.00	13.722,41	13.629,42	99,32
10.00	17.568,16	17.181,83	97,80
11.00	22.790,58	22.205,92	97,43
12.00	28.251,64	27.826,48	98,50
13.00	6.484,11	6.637,92	102,37
14.00	23.915,72	23.517,1	98,33
15.00	18.323,12	18.076,8	98,65

Pada tabel.1 diatas yaitu perhitungan daya total dari daya input dan daya output dengan hasil perhitungan untuk menentukan efisiensi dari kerja inverter. Dalam penggunaan perangkat lunak Isolarcloud yang terhubung dengan inverter merek Sungrow dimana arus DC merupakan inputan dalam perangkat lunak yang terhubung dengan inverter, sedangkan arus AC merupakan outputan dari inverter yang tentunya jenis listriknya sudah diubah. Sehingga, daya input (Pin) merupakan DC dan daya output (Pout) merupakan AC.

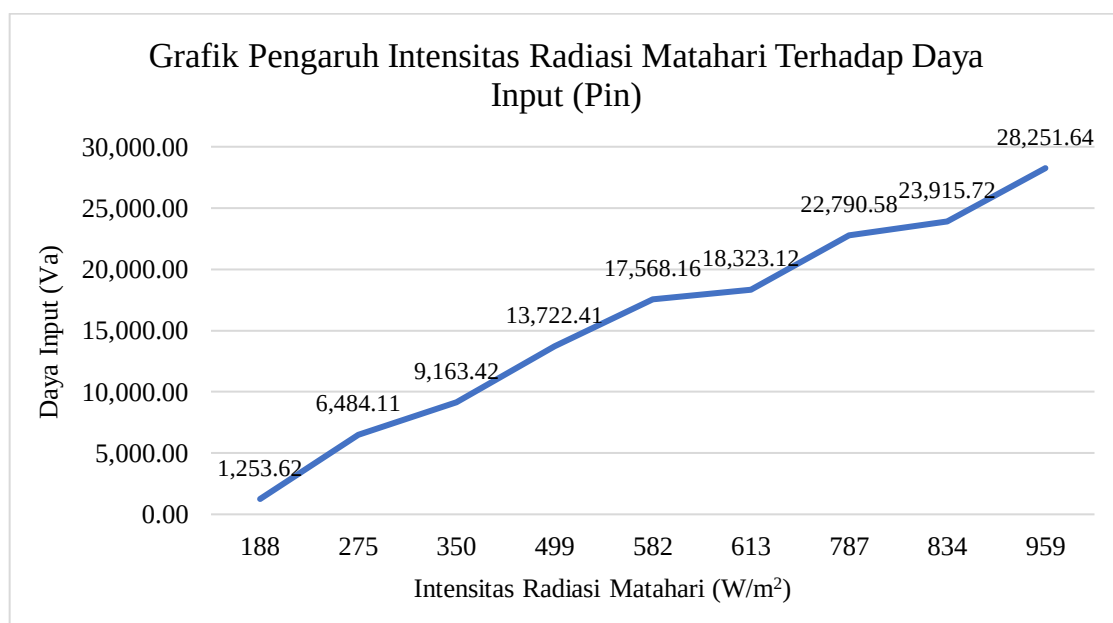
Berdasarkan dari data – data yang ada, maka didapatkannya beberapa grafik mengenai efisiensi dari inverter ini. Grafik – grafik ini akan menunjukkan seberapa efisiensikah inverter ini dalam mengubah dan menghasilkan energi listrik. Berikut beberapa gambar berupa grafik berdasarkan data – data yang ada:



Gambar 5. Grafik Efisiensi Terhadap Waktu

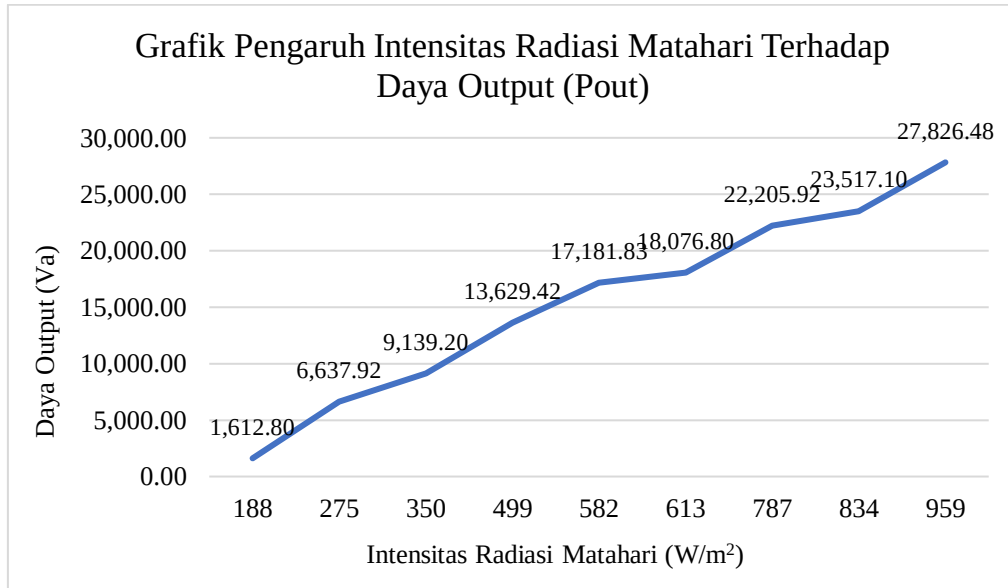
Pada gambar 4. diatas merupakan grafik efisiensi terhadap waktu dengan rentang waktu yang telah ditentukan, yaitu dari pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 15.00 WIB dengan hasil efisiensi yang berbeda - beda

Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu melihat pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap daya yang dihasilkan oleh PLTS tersebut dalam bentuk arus AC. Data yang dimasukkan di dalam grafik merupakan data yang berasal dari tabel 4.20 tanpa efisiensinya. Hal ini, dapat dilihat dari daya yang masuk ke inverter dalam bentuk arus DC disetiap jamnya. Dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini:



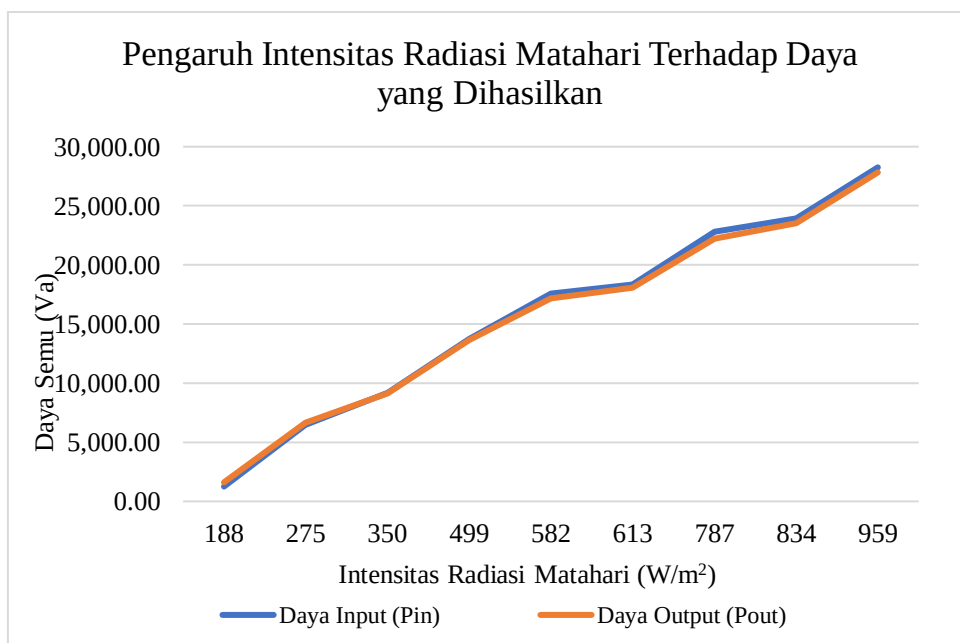
Gambar 6. Grafik Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Daya Input (DC)

Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu melihat pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap daya yang dihasilkan oleh PLTS tersebut dalam bentuk arus AC. Data yang dimasukkan di dalam grafik merupakan data yang berasal dari tabel 4.20 tanpa efisiensinya. Hal ini, dapat dilihat dari daya yang keluar dari inverter dalam bentuk arus AC disetiap jamnya. Dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini:



Gambar 7. Grafik Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Daya Output (AC)

Pada gambar 4.8 diatas merupakan grafik dari pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap daya output. Berdasarkan Gambar 6 sebelumnya, tingginya radiasi matahari akan menyebabkan daya input yang masuk dalam inverter juga semakin tinggi. Sehingga, apabila daya input yang masuk ke inverter tinggi berdasarkan data waktu yang sesuai, maka daya keluaran dari inverter akan tinggi juga.



Gambar 8. Grafik Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Daya yang Dihasilkan

Pada gambar 7 diatas merupakan grafik dari gabungan gambar 5 dan gambar 6 dimana pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap daya yang dihasilkan. Tingginya radiasi matahari akan menyebabkan daya input yang masuk dalam inverter juga semakin tinggi. Penyebab dari daya input yang tinggi, dipengaruhi oleh tegangan dan arus DC yang masuk ke inverter. Sehingga, ketika radiasi matahari tinggi maka nilai tegangan dan nilai arus DC yang masuk ke inverter juga semakin tinggi.

Perhitungan Sesuai Data yang Diperoleh

Perhitungan dilakukan sesuai dengan data yang diperoleh berdasarkan pada tabel – tabel yang tersedia. Untuk daya input atau daya masukan berupa arus DC yang menuju inverter menggunakan persamaan (3.1), sedangkan untuk daya output atau daya keluaran berupa arus AC yang keluar dari inverter menggunakan persamaan (3.2). dilakukan pengolahan, analisis data dalam bentuk perhitungan. Hasil dari perhitungannya akan digunakan untuk mencari efisiensinya dengan persamaan (3.3). Selain itu, hasil perhitungan ini dapat menentukan dari beberapa bentuk tabel yang akan dibuat. Berikut perhitungannya:

• Data pada 07.00 WIB

$$\begin{aligned}\text{Pin1} &= V \times I \\ &= 654,2 \text{ V} \times 1,1 \text{ A} = 719,62 \text{ Va} \\ \text{Pin2} &= V \times I \\ &= 613,7 \text{ V} \times 0,4 \text{ A} = 245,48 \text{ Va} \\ \text{Pin3} &= V \times I \\ &= 721,3 \text{ V} \times 0,4 \text{ A} = 288,52 \text{ Va} \\ \text{Ptotal} &= \text{Pin1} + \text{Pin2} + \text{Pin3} \\ &= 719,62 \text{ Va} + 245,48 \text{ Va} + 288,52 \text{ Va} \\ &= 1.253,62 \text{ Va}\end{aligned}$$

• Data pada 08.00 WIB

$$\begin{aligned}\text{Pin1} &= V \times I \\ &= 608,1 \text{ V} \times 8,7 \text{ A} = 5.290,47 \text{ Va} \\ \text{Pin2} &= V \times I \\ &= 619 \text{ V} \times 2,9 \text{ A} = 1.795,1 \text{ Va} \\ \text{Pin3} &= V \times I \\ &= 716,5 \text{ V} \times 2,9 \text{ A} = 2.077,85 \text{ Va} \\ \text{Ptotal} &= \text{Pin1} + \text{Pin2} + \text{Pin3} \\ &= 5.290,47 \text{ Va} + 1.795,1 \text{ Va} + 2.077,85 \text{ Va} \\ &= 9.163,42 \text{ Va}\end{aligned}$$

• Data pada 09.00 WIB

$$\begin{aligned}\text{Pin1} &= V \times I \\ &= 722,3 \text{ V} \times 10,5 \text{ A} = 7.584,15 \text{ Va} \\ \text{Pin2} &= V \times I \\ &= 729,4 \text{ V} \times 4,7 \text{ A} = 3.428,18 \text{ Va} \\ \text{Pin3} &= V \times I \\ &= 752,8 \text{ V} \times 3,6 \text{ A} = 2.710,08 \text{ Va} \\ \text{Ptotal} &= \text{Pin1} + \text{Pin2} + \text{Pin3} \\ &= 7.584,15 \text{ Va} + 3.428,18 \text{ Va} + 2.710,08 \text{ Va} \\ &= 13.722,41 \text{ Va}\end{aligned}$$

• Data pada 10.00 WIB

$$\begin{aligned}
 \text{Pin1} &= V \times I \\
 &= 739,6 \text{ V} \times 12,1 \text{ A} = 8.949,16 \text{ Va} \\
 \text{Pin2} &= V \times I \\
 &= 735,4 \text{ V} \times 6 \text{ A} = 4.412,4 \text{ Va} \\
 \text{Pin3} &= V \times I \\
 &= 738 \text{ V} \times 5,7 \text{ A} = 4.206,6 \text{ Va} \\
 \text{Ptotal} &= \text{Pin1} + \text{Pin2} + \text{Pin3} \\
 &= 8.949,16 \text{ Va} + 4.412,4 \text{ Va} + 4.206,6 \text{ Va} \\
 &= 17.568,16 \text{ Va}
 \end{aligned}$$

• **Data pada 11.00 WIB**

$$\begin{aligned}
 \text{Pin1} &= V \times I \\
 &= 720,4 \text{ V} \times 16,2 \text{ A} = 11.670,48 \text{ Va} \\
 \text{Pin2} &= V \times I \\
 &= 716,2 \text{ V} \times 7,9 \text{ A} = 5.657,98 \text{ Va} \\
 \text{Pin3} &= V \times I \\
 &= 718,7 \text{ V} \times 7,6 \text{ A} = 5.462,12 \text{ Va} \\
 \text{Ptotal} &= \text{Pin1} + \text{Pin2} + \text{Pin3} \\
 &= 11.670,48 \text{ Va} + 5.657,98 \text{ Va} + 5.462,12 \text{ Va} \\
 &= 22.790,58 \text{ Va}
 \end{aligned}$$

• **Data pada 12.00 WIB**

$$\begin{aligned}
 \text{Pin1} &= V \times I \\
 &= 707,7 \text{ V} \times 20,4 \text{ A} = 14.437,08 \text{ Va} \\
 \text{Pin2} &= V \times I \\
 &= 703,6 \text{ V} \times 10 \text{ A} = 7.036 \text{ Va} \\
 \text{Pin3} &= V \times I \\
 &= 706,1 \text{ V} \times 9,6 \text{ A} = 6.778,56 \text{ Va} \\
 \text{Ptotal} &= \text{Pin1} + \text{Pin2} + \text{Pin3} \\
 &= 14.437,08 \text{ Va} + 7.036 \text{ Va} + 6.778,56 \text{ Va} \\
 &= 28.251,64 \text{ Va}
 \end{aligned}$$

• **Data pada 13.00 WIB**

$$\begin{aligned}
 \text{Pin1} &= V \times I \\
 &= 691,2 \text{ V} \times 4,9 \text{ A} = 3.386,88 \text{ Va} \\
 \text{Pin2} &= V \times I \\
 &= 687,1 \text{ V} \times 2,3 \text{ A} = 1.580,33 \text{ Va} \\
 \text{Pin3} &= V \times I \\
 &= 689,5 \text{ V} \times 2,2 \text{ A} = 1.516,9 \text{ Va} \\
 \text{Ptotal} &= \text{Pin1} + \text{Pin2} + \text{Pin3} \\
 &= 3.386,88 \text{ Va} + 1.580,33 \text{ Va} + 1.516,9 \text{ Va} \\
 &= 6.484,11 \text{ Va}
 \end{aligned}$$

• **Data pada 14.00 WIB**

$$\begin{aligned}
 \text{Pin1} &= V \times I \\
 &= 715,3 \text{ V} \times 17,2 \text{ A} = 12.303,16 \text{ Va}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pin2} &= V \times I \\ &= 711,2 \text{ V} \times 8,3 \text{ A} = 5.902,96 \text{ Va} \\ \text{Pin3} &= V \times I \\ &= 713,7 \text{ V} \times 8 \text{ A} = 5.709,6 \text{ Va} \\ \text{Ptotal} &= \text{Pin1} + \text{Pin2} + \text{Pin3} \\ &= 12.303,16 \text{ Va} + 5.902,96 \text{ Va} + 5.709,6 \text{ Va} \\ &= 23.915,72 \text{ Va}\end{aligned}$$

- **Data pada 15.00 WIB**

$$\begin{aligned}\text{Pin1} &= V \times I \\ &= 711,6 \text{ V} \times 13,2 \text{ A} = 9.393,12 \text{ Va} \\ \text{Pin2} &= V \times I \\ &= 707,5 \text{ V} \times 6,4 \text{ A} = 4.528 \text{ Va} \\ \text{Pin3} &= V \times I \\ &= 710 \text{ V} \times 6,2 \text{ A} = 4.402 \text{ Va} \\ \text{Ptotal} &= \text{Pin1} + \text{Pin2} + \text{Pin3} \\ &= 9.393,12 \text{ Va} + 4.528 \text{ Va} + 4.402 \text{ Va} \\ &= 18.323,12 \text{ Va}\end{aligned}$$

- **Data pada Effisiensi perjam**

$$\begin{aligned}\eta (07.00) &= \text{Pout/Pin} \times 100\% \\ &= (1.253,62 \text{ Va}) / (1.612,8 \text{ Va}) \times 100\% \\ &= 128,65 \%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\eta (08.00) &= \text{Pout/Pin} \times 100\% \\ &= (9.139,2 \text{ Va}) / (9.163,42 \text{ Va}) \times 100\% \\ &= 99,73\%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\eta (09.00) &= \text{Pout/Pin} \times 100\% \\ &= (13.722,41 \text{ Va}) / (13.629,42 \text{ Va}) \times 100\% \\ &= 99,32\%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\eta (10.00) &= \text{Pout/Pin} \times 100\% \\ &= (17.181,83 \text{ Va}) / (17.568,16 \text{ Va}) \times 100\% \\ &= 97,80\%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\eta (11.00) &= \text{Pout/Pin} \times 100\% \\ &= (22.790,58 \text{ Va}) / (22.205,92 \text{ Va}) \times 100\% \\ &= 97,43\%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\eta (12.00) &= \text{Pout/Pin} \times 100\% \\ &= (27.826,48 \text{ Va}) / (28.241,64 \text{ Va}) \times 100\% \\ &= 98,50\%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\eta (13.00) &= \text{Pout/Pin} \times 100\% \\ &= (6.484,11 \text{ Va}) / (6.637,92 \text{ Va}) \times 100\% \\ &= 102,37\%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\eta (14.00) &= \text{Pout/Pin} \times 100\% \\ &= (23.517,1 \text{ Va}) / (23.915,72 \text{ Va}) \times 100\% \\ &= 98,33\%\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}\eta (15.00) &= \text{Pout/Pin} \times 100\% \\ &= (18.323,12 \text{ Va}) / (18.076,8 \text{ Va}) \times 100\%\end{aligned}$$

= 98,65%

Dari hasil pengambilan data berupa nilai tegangan dan nilai arus DC maupun AC menggunakan Isolarcloud yang kemudian data tersebut diolah untuk mengetahui daya masuk (arus DC) menuju inverter dan daya keluar (arus AC) dari inverter. Dari hasil olah data tersebut akan menghasilkan nilai efisiensinya persatu jam mulai dari 07.00 sampai pada pukul 15.00 WIB. Hasil dari pengolahan data disetiap waktunya berbeda – beda. Dapat dilihat dari gambar 4.6, yaitu grafik efisiensi terhadap waktu. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa efisiensi paling tinggi terletak pada pukul 08.00 WIB dengan nilai efisiensinya sebesar 99,73%. Disamping itu, terdapat nilai efisiensi paling rendah terletak pada pukul 11.00 WIB dengan nilai efisiensinya sebesar 97,43%. Dapat dilihat, efisiensi yang dihasilkan dipersatu jam mendekati 100%, kecuali pada pukul 07.00 WIB dan 13.00 WIB. Sehingga, dapat dikatakan PLTS dapat bekerja secara maksimal.

Dari tabel.1 menghasilkan grafik mengenai pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap daya input atau daya masukan (arus DC) ke inverter. Dapat dilihat pada grafik 4.7 bahwa daya input tertinggi terjadi pada pukul 12.00 WIB dengan total daya input sebesar 28.251,64 Va dengan intensitas radiasi matahari sebesar 959 W/m² dan terendah pada pukul 07.00 WIB sebesar 1.253,62 Va dengan intensitas radiasi matahari sebesar 188 W/m². Dari grafik tersebut terlihat terjadi kenaikan daya input ketika intensitas radiasi matahari juga meningkat. Akan tetapi perlu diingat bahwa perubahan kondisi awal dapat mempengaruhi keluaran dari panel surya.

Dari tabel.1 menghasilkan grafik mengenai pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap daya output atau daya keluaran (arus AC) dari inverter. Dapat dilihat pada grafik 4.8 bahwa daya output tertinggi terjadi pada pukul 12.00 WIB dengan total daya input sebesar 27.826,48 Va dengan intensitas radiasi matahari sebesar 959 W/m² dan terendah pada pukul 07.00 WIB sebesar 1.612,8 Va dengan intensitas radiasi matahari sebesar 188 W/m². Dari grafik 4.6 sebelumnya, dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan daya input ketika intensitas radiasi matahari juga meningkat. Sehingga, ketika daya input meningkat ketika intensitas radiasi matahari meningkat, maka daya output yang dihasilkan juga meningkat. Hal ini dikarenakan, nilai daya input dan daya output berbanding lurus dengan intensitas radiasi matahari yang dimana dapat dilihat pada gambar.8 yang merupakan gabungan dari gambar.6 dan gambar.7 Akan tetapi perlu diingat bahwa perubahan kondisi awal dapat mempengaruhi keluaran dari panel surya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian dan penulisan proyek akhir ini dapat ditarik kesimpulan bahwa material yang digunakan dalam perancangan PLTS on grid pada Rooftop gedung administrasi PLTGU Blok 1 Muara Karang meliputi modul surya sebanyak 76 pcs dengan luas permukaan panel surya sebesar 2 m x 1 m, inverter dengan merek Sungrow yang terhubung dengan perangkat lunak Isolarcloud, mounting sebesar 33,82 kWp, kabel PV dan kabel AC masing – masing 1 lot, perangkat proteksi, dan solar logger.

Daya masukan (arus DC) ke inverter dan daya keluaran (arus AC) dari inverter per satu jam memiliki nilai yang berbeda. Daya masukan (arus DC) ke inverter memiliki daya tertinggi pada pukul 12.00 WIB, yaitu 28.251,64 Va, sedangkan daya terendah pada pukul 07.00 WIB yaitu 1.253,62 Va. Rata – rata daya masukan (arus DC) ke inverter sebesar 15.719,198 Va. Untuk daya keluaran (arus AC) dari inverter memiliki daya tertinggi pada pukul 12.00 WIB, yaitu 27.826,48 Va, sedangkan daya terendah pada pukul 07.00 WIB yaitu 1.612,8 Va. Rata – rata daya masukan (arus DC) ke inverter sebesar 15.536,386 Va. Nilai efisiensi persatu jam memiliki nilai yang berbeda - beda. Dimulai dari pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 15.00 WIB yang dimana nilai efisiensi tertinggi pada pukul 08.00 WIB sebesar 99,73% dan terendah pada pukul 11.00 WIB sebesar 97,43% dan hampir semua

mencapai 100% yang menyatakan bahwa PLTS ini bekerja secara maksimal, kecuali pada pukul 07.00 WIB dan 13.00 WIB yang nilai efisiensinya mencapai lebih dari 100%. Hal ini diakibatkan oleh perubahan kondisi alam, mulai dari cuaca mendung atau berawan yang mempengaruhi intensitas radiasi matahari. Dapat dilihat dari grafik berdasarkan data yang telah diperoleh bahwa pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap daya yang dihasilkan adalah berbanding lurus dimana apabila intensitas radiasi matahari mengalami kenaikan, maka daya yang dihasilkan juga mengalami peningkatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada jajaran manajemen tim PT.PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Muara Karang yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Kutipan berturut-turut dalam tanda kurung [1]. Kalimat tanda baca berikut braket [2]. Merujuk hanya untuk nomor referensi, seperti pada [3] -Jangan menggunakan "Ref. [3] "atau" referensi [3]. Minimal daftar pustaka sebanyak 10 Kutipan.

- [1] Agam. M dan Kartini. Unit Three. 2020. Peramalan Daya Listrik PLTS On Grid pada Rumah Tinggal Menggunakan Metode k NNDcNN Berdasarkan Data Meteorologi. Jurnal Teknik Elektro. Vol 9 (2):hal. 241- 249.
- [2] Dahliyah, Samsurizal,dan Nurmiati Pasra. 2021. Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu dan Kecepatan Angin. JurnalIlmiahSutet. Vol 11 (2):hal 71-80.
- [3] Gao.M, Li.J, Hong.F, dan Long.D. 2019a. Short-term forecasting of power production in a large-scale photovoltaic plant based on LSTM. Applied Sciences(Switzerland), 9(15).
- [4] Gao.M, Li.J, Hong.F, dan Long.D. 2019b. Day-ahead power forecasting in a large-scale photovoltaic plant based on weather classification using LSTM. Energy, 187.
- [5] Hartiti.B, Barhdadi.A, Haibaoui.A, Elamim.A, Lfakir.A, dan Thevenin.P. 2018. Photovoltaic output power forecast using artificial neural networks. Article in Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 15, 15.
- [6] Ramadhani, M.Sc, I. B. (2018). Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jakarta: Energising Development (EnDev).
- [7] Samsurizal, Afrianda, R., & Makkulau, A. (2022). Optimalisasi Potensi Energi Surya Area Rooftop PT PJB Muara Karang Menggunakan HelioScope. Teknik Elektro , 1-6.
- [8] N. R. Hikmiah, R. R. A. Siregar, B. Prayitno, D. T. Kusuma, and N. G. Pahiyanti, “Metode Fuzzy Subtractive Clustering Dalam Pengelompokkan Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga”, petir, vol. 14, no. 2, pp. 269–279, Sep. 2021.
- [9] J. Suprpto, C. G. Irianto, and R. R. A. Siregar, “Analisis Trafo Scott Mengatasi Penurunan Kapasitas Daya Akibat Distorsi Harmonik”, energi, vol. 12, no. 2, pp. 90–99, Dec. 2020.
- [10] P. C. Siswipraptini, R. R. A. Siregar, I. B. Sangadji, and A. S. Wahyulia, “ Algoritma Perceptron Menggunakan Teknik Machine Learning Untuk Model Smart Distribution Beban Listrik”, energi, vol. 14, no. 2, pp. 150–159, Jan. 2023.
- [11] R. F. Ningrum, R. R. A. Siregar, and D. Rusjdi, “Penerapan Sistem SCADA Dalam Perancangan Model Inferensi Logika Fuzzy Mamdani Pada Pembebanan Trafo Gardu Distribusi”, petir, vol. 13, no. 2, pp. 110–118, Sep. 2020.

Lampiran 2 Data daya output inverter (AC) dari *Isolarcloud*

Parameter Titik Pengukuran									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Waktu	SG33CX_001_001/Arus Fasa A(A)	SG33CX_001_001/Arus Fasa B(A)	SG33CX_001_001/Arus Fasa C(A)	SG33CX_001_001/Tegangan Fasa A(V)	SG33CX_001_001/Tegangan Fasa B(V)	SG33CX_001_001/Tegangan Fasa C(V)		
3	2023-04-14 00:00	--	--	--	--	--	--		
4	2023-04-14 01:00	0	--	--	0	--	--		
5	2023-04-14 02:00	0	--	--	0	--	--		
6	2023-04-14 03:00	0	--	--	0	--	--		
7	2023-04-14 04:00	0	--	--	0	--	--		
8	2023-04-14 05:00	0	--	--	0	--	--		
9	2023-04-14 06:00	0	0	0	218.4	228.8	228.8		
10	2023-04-14 07:00	2.4	2.4	2.4	216.8	228	227.2		
11	2023-04-14 08:00	13.6	13.6	13.6	216.8	228	227.2		
12	2023-04-14 09:00	20.3	20.3	20.3	215.4	228.8	227.2		
13	2023-04-14 10:00	25.5	25.5	25.5	215.2	228.9	228.8		
14	2023-04-14 11:00	33	32.9	33	217.6	228.8	227.2		
15	2023-04-14 12:00	41.1	41.1	41	219.2	229.6	228.8		
16	2023-04-14 13:00	9.9	9.8	9.9	217.6	228	227.2		
17	2023-04-14 14:00	35.1	35	35	216	228.1	227.2		
18	2023-04-14 15:00	26.9	26.9	26.9	216	228	228		
19	2023-04-14 16:00	1.4	1.4	1.4	216.7	228	228		
20	2023-04-14 17:00	1.3	1.3	1.3	216	228	228		
21	2023-04-14 18:00	0	0	0	224.3	232.6	231.5		
22	2023-04-14 19:00	0	0	0	0	0	0		
23	2023-04-14 20:00	0	0	0	0	0	0		
24	2023-04-14 21:00	0	0	0	0	0	0		
25	2023-04-14 22:00	0	0	0	0	0	0		
26	2023-04-14 23:00	0	0	0	0	0	0		
27									
28									

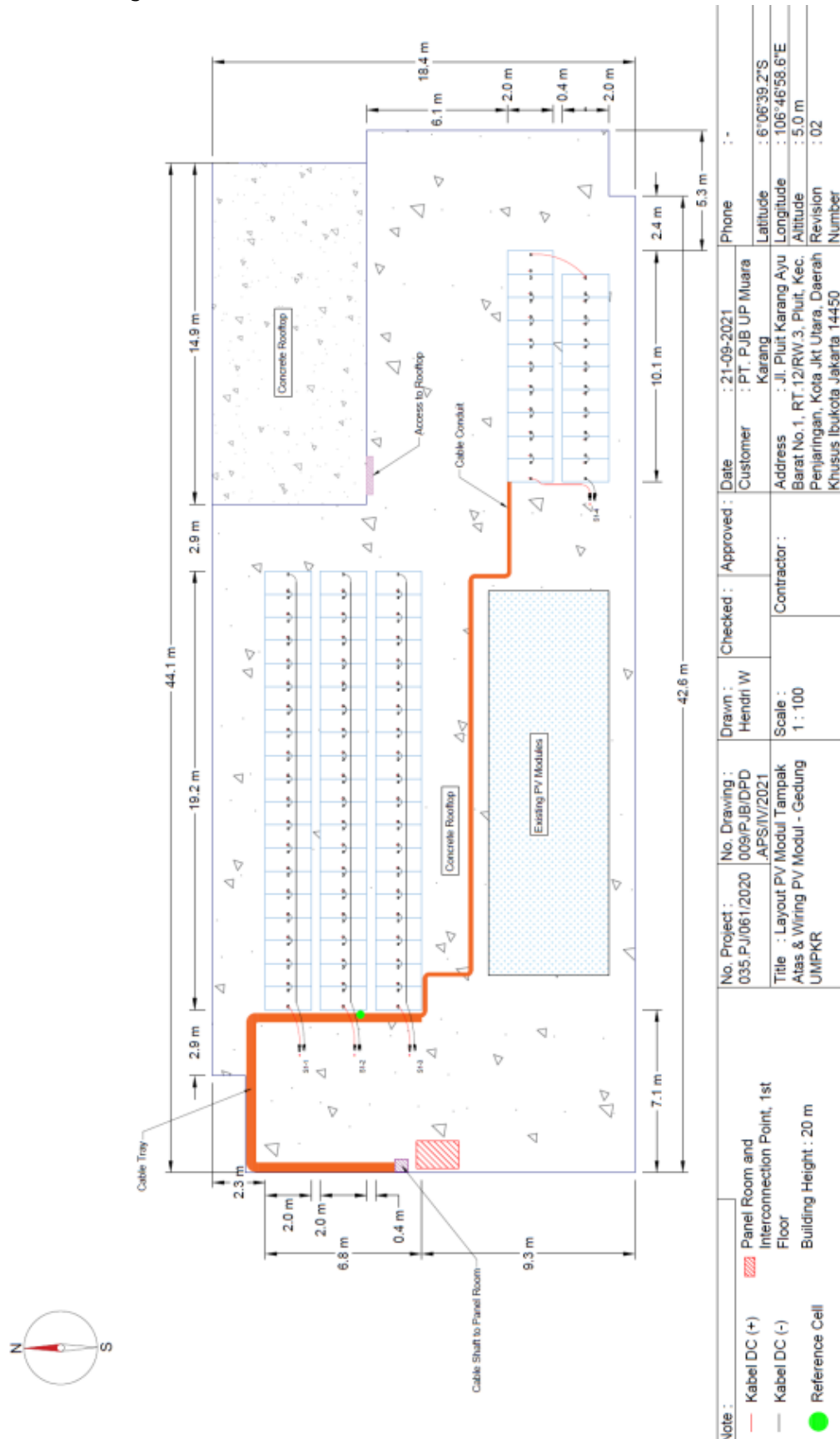
Parameter Titik Pengukuran

Ready Accessibility: Good to go

Count: 7

85%

Lampiran 3 Drawing PLTS On Grid



Lampiran 4 Single Line Diagram PLTS On Grid Rooftop Gedung Administrasi

