

Analisis *Commissioning* Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 20.5 kWp On Grid PT. Quickprint Office

Noer Soedjarwanto¹⁾, Rausyan Hilmy²⁾, Endah Komalasari³⁾, Osea Zebua⁴⁾
Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No 1, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung

¹⁾noersoedjarwanto@gmail.com

²⁾rausyanhilmi89@gmail.com

³⁾endah.komalasari@eng.unila.ac.id

⁴⁾osea.zebua@eng.unila.ac.id

Abstract

Solar power plants (PLTS) are one of the renewable energy plants that continue to be developed in Indonesia to meet electrical energy needs. The Indonesian government issued the Electricity Supply Business Plan (RUPTL) as a national energy management framework designed to resolve energy needs challenges and problems by utilizing new renewable energy sources (EBT). In the construction of a Solar Power Plant (PLTS) at PT. Quick Print Office built PLTS with a capacity of 20.5 kWp which is used for the electrical energy needs used by PT. Quick Print Office with a total power of 10 kWp, generator system with an on grid system which means it is directly connected to the PLN network. In the feasibility study, the performance ratio (PR) obtained from manual calculations for inverter 1 was 71.9% and inverter 2 was 26.2%. Meanwhile, to improve the performance ratio of the PLTS system, maintenance of the PLTS system is required, starting from cleaning the panels or checking the cable installation on the PLTS. For the calculation results, the efficiency on inverter 1 was 94.6% and on inverter 2 the efficiency was 90.8% when measured at 11.18 – 14.53.

Keywords: Commisioning, PLTS, Quickprint, Analysis

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman, kebutuhan energi dunia semakin meningkat yang di dalamnya terdapat kebutuhan energi listrik. Menurut Badan Pusat Statistika(BPS), Indonesia memiliki potensi yang besar sebagai negara dengan perekonomian terbesar di wilayah Asia Tenggara di mana pada tahun 2021, pertumbuhan ekonomi naik sebesar 3,51% [1]. Seiring dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi tersebut, Pemerintah Indonesia mengeluarkan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) untuk periode 2021-2030 sebagai panduan manajemen energi nasional. Peraturan ini ditetapkan untuk menyelesaikan tantangan dan masalah kebutuhan energi dengan memanfaatkan sumber energi baru terbarukan (EBT) dan upaya terkait target bauran energi dari sebesar 23% dari total bauran energi pada tahun 2025 [2].

Pembangunan PLTS PT. Quickprint Office dibangun PLTS dengan kapasitas 20.5kWp yang dimanfaatkan untuk kebutuhan energi listrik yang digunakan PT. Quickprint Office dengan total kapasitas 10kWp , system pembangkit dengan system ON Grid yang artinya langsung terhubung dengan jaringan PLN [3].

Pada pemasangan pembangkit listrik tenaga surya perlunya dilakukan Commissioning yang bertujuan untuk pengujian skala besar dalam tahapan pekerjaan termasuk didalamnya

pemeliharaan standar kinerja peralatan dan pemeriksaan peralatan, pemeriksaan surveillance agar dilakukan konfirmasi secara lengkap dimana kinerja peralatan mampu mendukung usia produk. Tujuan utama kegiatan Commissioning ini adalah untuk memastikan bahwa pekerjaan yang dilakukan sudah memenuhi semua peraturan yang berlaku, regulasi, kode dan standar yang ditetapkan [2].

Implementasi Commissioning pada PLTS PT. Quickprint Office ini dilakukan, bertujuan untuk mengetahui apakah sudah sesuai dengan detailed engineering design (DED), megger kabel bertujuan untuk mengetahui apakah ada terjadi hubung singkat antar kabel. jika terjadi short circuit pada saat energized maka akan menyebabkan kerusakan atau kebakaran, jika terjadi kesalahan pada saat instalasi bisa langsung diidentifikasi agar menghindari kerusakan pada perangkat [4].

2. Kajian Pustaka

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Energi surya merupakan salah satu jenis energi terbarukan. Matahari adalah sumber energi yang dapat menghasilkan energi sepanjang usia matahari. Dapat disimpulkan bahwa energi surya adalah energi yang dikumpulkan dari cahaya matahari secara langsung [5]. Pada saat intensitas cahaya matahari berkurang akibat kondisi berawan atau terkena shading maka arus yang dihasilkan akan berkurang juga. Pada kondisi ini yang akan dilihat

adalah dari intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam panel surya. Ada 2 tipe pada panel surya yaitu tipe *monocrystalline* dan tipe *polycrystalline*. Pada tipe *monocrystalline* ketika dilakukan percobaan memiliki efisiensi yang cukup tinggi sekitar 16-17% bahkan dapat menyentuh hingga 20%. Tetapi pada tipe ini tidak cocok digunakan pada intensitas cahaya yang rendah, karena akan mengurangi nilai efisiensinya [6].

2.2. Inverter

Inverter merupakan suatu rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah tegangan listrik searah (DC) menjadi listrik bolak-balik (AC) [7]. Inverter tersusun oleh beberapa komponen yang masing-masing komponen mempunyai fungsinya sendiri, komponen yang ada dalam inverter diantaranya *thyristor*, *transistor*, MOSFET, GTO, yang berfungsi sebagai saklar dan pengubah tegangan. Umumnya inverter terbagi kedalam dua jenis central inverter dan *String Inverter* [8].

2.3. MPPT (Maximum Power Point Tracking)

Maximum Power Point Tracking (MPPT) adalah sebuah sistem elektronik yang harus ada pada sebuah sistem PV agar sistem dapat menghasilkan daya maksimal. MPPT bukanlah sebuah sistem tracking mekanik yang digunakan untuk mengubah posisi modul terhadap posisi matahari untuk mendapatkan energi maksimum [9].

2.4. Tang Ampere

Tang *ampere* atau *digital clamp meter* adalah *hand tool* yang umum digunakan dalam bidang kelistrikan. Tang ampere dapat mengukur besaran arus bolak-balik (AC) 1 fasa dan 3 fasa. Untuk besaran 1 fasa, biasanya ada pada rentang angka 220-230 Volt. Sedangkan untuk besaran 3 fasa ada pada rentang angka 380-400 Volt. Selain bisa mengukur arus bolak-balik, fungsi tang ampere juga mencakup pengukuran arus searah (DC). Tegangan kecil yang dapat diukur tang ampere mulai dari 1,5 Volt hingga maksimal 50 Volt [10].

2.5. Insulation Tester Megger

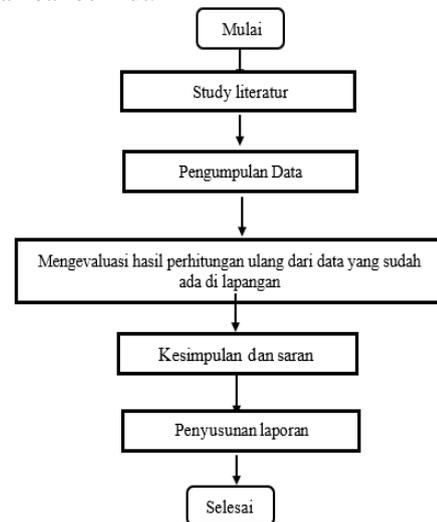
Insulation Tester Megger menunjukkan sebagai alat untuk mengukur isolator atau ketahanan dari generator, motor dan juga trafo. pada umumnya alat ini dipakai untuk mengecek instalasi rumah dan bahkan untuk mengecek ketahanan SUTM atau saluran udara tegangan menengah [11].

2.6. Irradiance Solar Meter

Solar power meter adalah sebuah alat untuk menguji, mengukur intensitas energi surya. Energi surya sendiri merupakan energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui perangkat lain menjadi sumber daya energi dalam bentuk lain [12].

3. Metode Penelitian

Pada diagram alir akan menggambarkan prosedur penelitian ini yang tujuannya agar memperjelas serta mempermudah langkah- langkah apa saja yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Pada gambar berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian Data hasil percobaan

Adapun metode penelitian seperti diperlihatkan pada gambar 3.1 pada penelitian ini adalah metode deskriptif yang dimana metode deskriptif ini untuk mengukur perhitungan tegangan DC PLTS, IR Test Cable, Grounding, inspection Inverter AC Combiner apakah sudah sesuai dengan standar atau belum dan tidak ada terjadi masalah pada saat energized Analisis aspek teknis pada metode ini digunakan untuk mengetahui kapasitas kebutuhan Modul PV, Inverter yang sesuai.

4. Hasil Dan Penelitian

4.1. Deskripsi Problem

Pembangunan PLTS Di PT. Quickprint Office bertujuan untuk meminimalkan biaya pengeluaran listrik pada perbulannya dan lebih ramah lingkungan. PLTS PT. *Quickprint Office* dibangun sebesar 20.5 kWp pada masing masing Area 1 dan Area 2 dengan luas area 1 sebesar 9,3 m x 4,5 m dan area 2 sebesar 12.2 m x 10.2 m . PT. Quickprint Office bertempat di Jalan. Jeruk Elok Blok L-1 No.15, RT.6/RW.4, Srengseng, Kec. Kembangan, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11630.

Pada pembangunan PLTS perlu dilakukan commissioning yang bertujuan untuk pengujian dalam tahapan pekerjaan termasuk didalamnya pemeliharaan standar kinerja peralatan dan pemeriksaan peralatan, pemeriksaan surveillance agar dilakukan konfirmasi secara lengkap kinerja peralatan mampu mendukung usia produk. Tujuan utama *commissioning* ini adalah untuk memastikan

bahwa pekerjaan yang dilakukan sudah memenuhi semua peraturan yang berlaku, regulasi, kode dan standar yang ditetapkan.

4.2. Commissioning

Commissioning PLTS (pembangkit listrik tenaga surya) merupakan proses penting yang dilakukan setelah selesai membangun instalasi PLTS. Proses *Commissioning* dilakukan untuk memastikan bahwa system PLTS yang baru dibangun telah terpasang dan dioperasikan dengan benar, sehingga dapat beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Proses *commissioning* pada PLTS biasanya meliputi serangkaian pengujian, pemeriksaan, dan konfigurasi system, seperti pengukuran parameter kelistrikan dan mekanik, pengecekan fungsi proteksi, pengaturan parameter inverter, pengujian fungsional dan kinerja panel surya.

Selain itu, proses *commissioning* pada PLTS juga merupakan salah satu tahap dalam menjaga keamanan dan keselamatan lingkungan, karena memastikan bahwa instalasi PLTS aman dan dapat beroperasi dengan tepat, serta tidak menimbulkan gangguan pada lingkungan sekitar.

4.3. Analisa Hasil Commissioning

Berdasarkan hasil *commissioning* pada inverter pada saat jam 11.18 sampai dengan jam 14.53 menunjukan terjadinya penurunan dan kenaikan terhadap arus, tegangan dan daya pada saat irradiance semakin naik mengalami penurunan pada tegangan, arus dan daya keluaran yang disebabkan karena pada saat pengukuran pada PV module terkena *shadding* awan yang mendapatkan hasil pada pengukuran tegangan, arus dan daya menghasilkan nilai yang rendah.

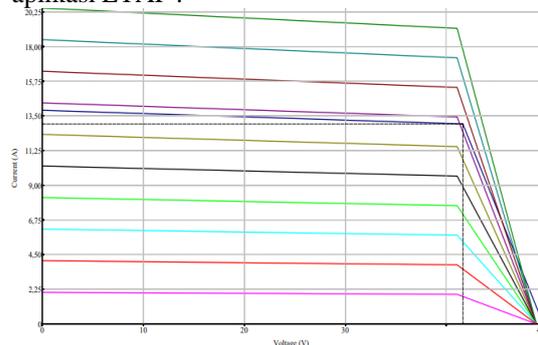
Tabel 1 Hasil Commissioning

Waktu Pengukuran	Irradiance (W/m ²)	Inverter 1										Daya Total (W)
		Sisi Input				Sisi Output						
		MPPT 1 (DC1)		MPPT 2 (DC2)		Fasa R (A)		Fasa S (B)		Fasa T (C)		
Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)			
11,18	678,4	291,1	7,8	769,9	6,8	237,8	10,1	235,9	10,1	233,7	10,2	7300
12,06	423,5	301,1	5,8	798,1	4,7	235,9	7,2	238,1	7,1	234,6	7,2	5130
13,53	437,8	306,8	8,1	757,8	7,8	233,8	11,3	232,8	11,3	233,8	11,3	7950
14,53	236,7	313,3	6,2	772,1	5,3	236,9	8,2	231,5	8,2	236,8	8,3	5820

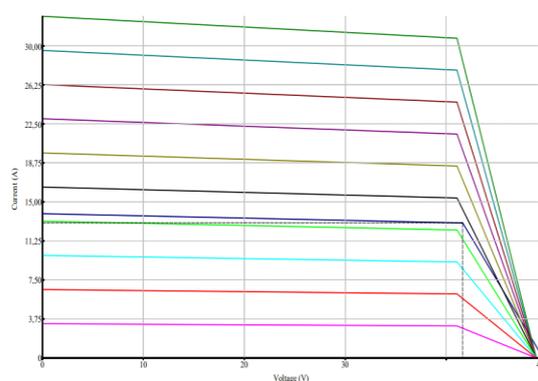
Waktu Pengukuran	Irradiance (W/m ²)	Inverter 2										Daya Total (W)
		Sisi Input				Sisi Output						
		MPPT 1 (DC1)		MPPT 2 (DC2)		Fasa R (A)		Fasa S (B)		Fasa T (C)		
Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)			
11,18	678,4	190,9	7,2	186,6	7,9	236,3	3,7	239,1	3,7	231,3	3,7	2670
12,06	423,5	192,8	5,6	195,3	4,9	234,2	2,6	240,5	2,6	233,3	2,6	1930
13,53	437,8	181,2	11,4	193,4	5,2	232,6	4	235,4	4	232,7	4	2870
14,53	236,7	186,5	9,1	195,2	3,1	235,2	3	234	2,9	235,5	2,9	2170

4.4. Kurva Arus dan Tegangan

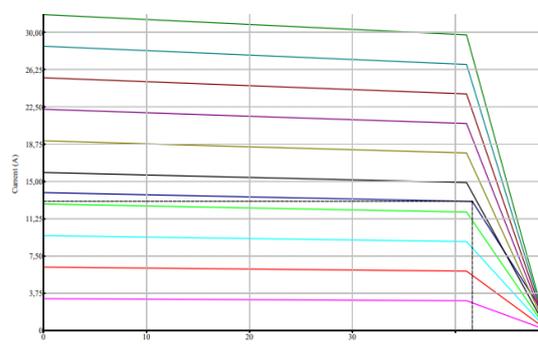
Berdasarkan hasil *commissioning* mendapatkan kurva karakteristik arus dan tegangan sebagai berikut dengan metode menggunakan aplikasi ETAP :



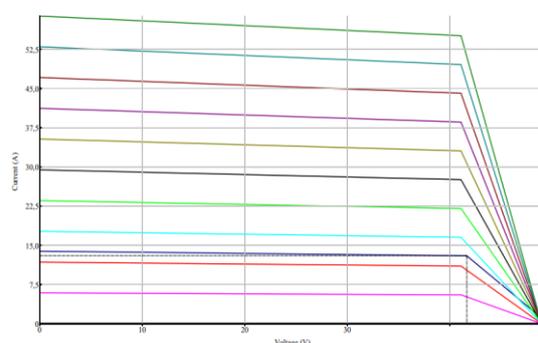
Gambar 2 Kurva Karakteristik I-V Irradiance 678W/m²



Gambar 4.2 Kurva Karakteristik I-V Irradiance 423W/m²



Gambar 3 Kurva Karakteristik I-V Irradiance 437W/m²



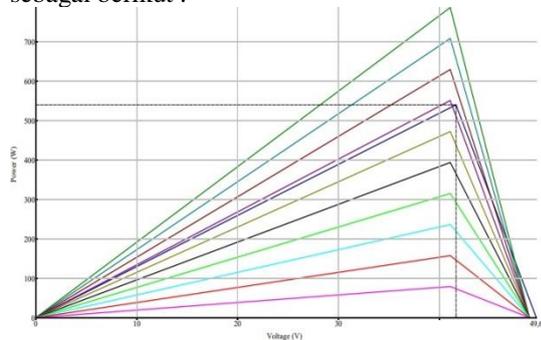
Gambar 4 Kurva Karakteristik I-V Irradiance 236W/m²

Pada gambar 4.1 sampai dengan 4.4 menunjukan kurva karakteristik arus dan tegangan (I-V) dengan irradiance 236 sampai dengan 678,4 W/m² dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

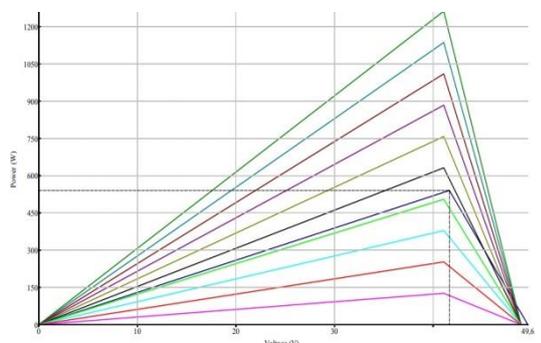
$$41.64 x + 12.97 y = 540$$

4.5. Kurva Daya Dan Tegangan

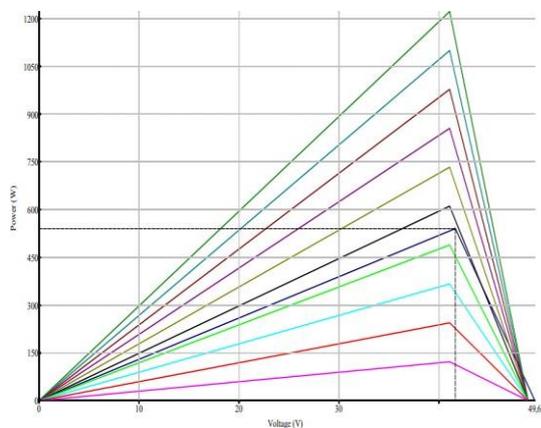
Adapun kuva daya dan tegangan yang diperoleh dari hasil data commissioning adalah sebagai berikut :



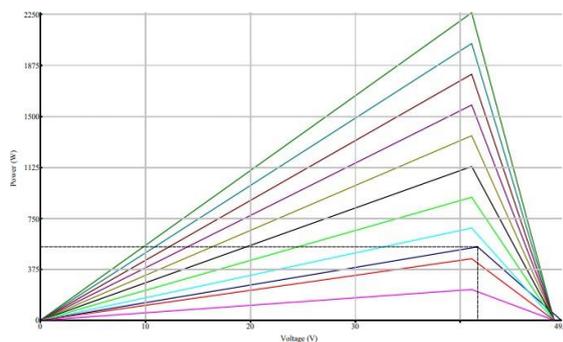
Gambar 5 Kurva Karakteristik P-V Irradiance 678W/m2



Gambar 6 Kurva Karakteristik P-V Irradiance 423W/m2



Gambar 7 Kurva Karakteristik P-V Irradiance 437W/m2



Gambar 8 Kurva Karakteristik P-V Irradiance 236W/m2

Pada gambar 5 sampai dengan 8 Menunjukkan kurva karakteristik hubungan antara daya dan tegangan (P-V) pada inverter 1 dan inverter2 PT. Quickprint Office . Terlihat pada kurva tersebut bahwa nilai *irradiance* 678,4 W/m² sampai dengan 236 W/m² menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$540 x + 41.64 y = 22.48$$

Adapun hal yang dapat mempengaruhi PV module menurun dikarenakan temperatur dimana ketika *irradiance* semakin tinggi maka temperatur akan semakin tinggi, temperature sangat berpengaruh terhadap penyerapan PV module pada saat penyerapan daya dan tegangan.

4.6. Perhitungan Efisiensi *Inverter* 1

Pada perhitungan untuk menentukan efisiensi *inverter* menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$\frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \quad (4-1)$$

Dimana :

P_{out} : Tegangan Fasa (R,S,T) dan Arus (R,S,T)

P_{in} :Tegangan dan Arus MPPT 1 dan Tegangan dan Arus MPPT 2

P_{out} :

Irradiance 678,4 = fasa R (237,8 x 10,1) + fasa S

(235,9 X 10,1) + fasa T (233,7 x 10,2)

$$= 7168,1$$

Tabel 2 Hasil P_{out} Efisiensi *Inverter* 1

Pout	
Irradiance W/m2	Volt
678,4	7168,1
423,5	5078,1
437,8	7914,5
236,7	5806,3

$P_{in} = (\text{Tegangan} \times \text{Arus MPPT 1}) \times (\text{Tegangan} \times \text{Arus MPPT 2})$

Irradiance 678,4 = (291,1 x 7,8) x (769,9 x 6,8)

$$= 7505,9$$

Tabel 3 P_{in} Efisiensi *inverter* 1

Pin	
Irradiance W/m2	Volt
678,4	7505,9
423,5	5497,4
437,8	8395,9
236,7	6034,5

Maka didapatkan nilai untuk efisiensi pada inverter 1 mendapatkan hasil sebagai berikut :

$$\text{Effisiensi irradiance } 678,4 = \frac{7168,1}{7505,9} \times 100\% = 95,5 \%$$

$$\text{Effisiensi irradiance } 423,5 = \frac{5078,1}{5497,4} \times 100\% = 92,4\%$$

$$\text{Effisiensi irradiance } 437,8 = \frac{7914,5}{8395,9} \times 100\% = 94,3\%$$

$$\text{Effisiensi irradiance } 236,7 = \frac{5806,3}{6034,5} \times 100\% = 96,2\%$$

Dengan inverter 12 kWp dan penyinaran matahari selama 4 jam, maka diperoleh efisiensi sebesar 94,6%. Efisiensi inverter menunjukkan sejauh mana inverter dapat mengubah arus listrik DC menjadi AC dengan jumlah energi yang lebih sedikit terbuang. Dalam hal ini, semakin tinggi efisiensi inverter, semakin sedikit energi yang terbuang selama proses konversi. Ini memungkinkan penggunaan energi yang lebih hemat selama penggunaan inverter.

4.7. Perhitungan Output Inverter 1

Pada perhitungan *output inverter* dari data hasil *commissioning* menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$P = I.V \quad (4-2)$$

Dimana :

P : daya total

I : arus

V: tegangan

Didapatkan hasil perhitungan *output* pada inverter 1 pada jam 11.18 dengan *irradiance* 678W/m².

$P = \text{Tegangan} \times \text{Arus Fasa(R)} , \text{Tegangan} \times \text{Arus Fasa (S)}, \text{Tegangan} \times \text{Arus Fasa(T)}$

$$P = 237,8 \times 10,1(\text{R}) , 235,9 \times 10,1 (\text{S}), 233,7 \times 10,2(\text{T})$$

$$P = 2.401,78 + 2.382,59 + 2.383,74$$

$$P = 7.168 \text{ Watt}$$

Tabel 4 Hasil perhitungan output inverter 1

Waktu pengukuran	P(watt)
11.18	7.168
12.06	5.078
13.53	7.914
14.53	5.829

4.8. Perhitungan Inverter Output 2

Adapun hasil perhitungan nilai output inverter 2 menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

$$P = \text{Tegangan} \times \text{Arus Fasa(R)} , \text{Tegangan} \times \text{Arus Fasa (S)}, \text{Tegangan} \times \text{Arus Fasa(T)} \quad (4-3)$$

$$P = 236,3 \times 3,7 (\text{R}) + 239,1 \times 3,7 (\text{S}) + 231,3 \times 3,7 (\text{T})$$

$$P = 874,31 + 884,67 + 855,81$$

$$P = 2.614$$

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan output inverter 2

Waktu pengukuran	P(watt)
11.18	2.614
12.06	1.840
13.53	2.802
14.53	2.067

Hasil Analisa yang didapat berdasarkan waktu pengukuran pada jam 11.18 – 14.53 WIB dengan *irradiance* yang semakin menurun berdampak pada tegangan dan arus yang menghasilkan pada daya output inverter. *Irradiance* semakin menurun dikarenakan cuaca tidak menentu pada setiap jam.

4.9. Performa Rasio

Pada analisis sistem kinerja dari PLTS On-Grid PT. *Quickprint Office* didapatkan hasil perhitungan performa rasio sebagai berikut :

$$PR = E_{\text{Grid}} / (\text{Globalinc} \times \text{Pnom} \times V) \quad (4-4)$$

Dimana :

E_{Grid} = Energi yang terpasang

$\text{Pnom} \times V$ = Energi yang di rediksi

$$PR = \frac{25.29}{1.625,8 \times 20.5}$$

$$= \frac{25.29}{33.32}$$

$$= 75.80\%$$

Berdasarkan hasil daya prediksi yang dihasilkan dengan daya yang terpasang, daya yang terpasang lebih besar dari daya yang diprediksi dikarenakan pada saat kalkulasi untuk daya yang akan diprediksi dari pvsys menggunakan data-data secara general yang dimana cuaca sangat berpengaruh pada saat prediksi daya yang akan terpasang.

5. Kesimpulan

Proses *commissioning* PT Syntek Otomasi Indonesia di PT. *Quickprint* meliputi pengukuran iradiasi matahari pada waktu tertentu, pengukuran sisi *input* pada inverter baik tegangan maupun arus, pengukuran sisi *output* pada inverter baik tegangan maupun arus, serta pengukuran daya total yang dihasilkan PLTS. Rasio performa (PR) yang didapatkan melalui perhitungan manual inverter 1 mendapatkan sebesar 71,9% dan inverter 2

mendapatkan 26,2%. Untuk memperbaiki rasio performa pada sistem PLTS tersebut diperlukan *maintenance* terhadap sistem PLTS mulai dari pembersihan panel atau pengecekan instalasi kabel pada PLTS. Dari hasil perhitungan efisiensi pada pembangkit listrik tenaga surya di PT. *Quickprint Office* mendapatkan efisiensi pada *inverter* 1 sebesar 94,6% dan *inverter* 2 mendapatkan sebesar 90,8% pada pengukuran dari jam 11.18-14.53.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik, "Ekonomi Indonesia Triwulan IV 2021 Tumbuh 5,02 Persen (y-on-y)",
- [2] PT. PLN. (2021)., "RUPTL PLN 2021-2030.,",
- [3] Suriadi and Syukri Mahdi, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, pp. 77-80, 2010.
- [4] Herwandi, Mohammad Luqman, and Donny Radianto, "Implementasi grid tie inverter pada pembangkit listrik tenaga surya on grid untuk golongan pelanggan rumah tangga masyarakat perkotaan," *JURNAL ELTEK*, vol. 19, no. ISSN 2355-0740, pp. 108-113, April 2021.
- [5] Jamaludin² , Adriani³ , Rahmania⁴ Firdaus¹, "PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA PADA WESTAFEL," *Vertex Elektro*, vol. 13, no. e-ISSN. 2714-7487, pp. 14-17, Februari 2021.
- [6] Ni Luh Putu Mustia Sridewi, Hery Suyanto, and I Gusti Bagus Wijaya Kusuma, "Analisis Pengaruh Panjang Gelombang Cahaya Terhadap Keluaran Panel Surya Tipe Polycrystalline," *Jurnal METTEK*, vol. 4, no. ISSN 2502-3829, p. 48-53, 2018.
- [7] Bambang Prio Hartono and Eko Nurcahyo, "Analisis Hemat Energi Pada Inverter Sebagai Pengatur Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa," *ELEKTRIKA*, vol. 1, no. ISSN: 2597-7296, pp. 8-16, September 2017.
- [8] Rafiuddin Rahman, Muh. Said L, and Ihsan, "DESAIN ALAT PENGUBAH ARUS TEGANGAN DC MENJADI ARUS TEGANGAN AC DENGAN MENGGUNAKAN TRANSISTOR 2N3055," *JFT*, vol. 1, Desember 2014.
- [9] Harmini and Titik Nurhayati, "Optimasi MPPT (Maximum Power Point Tracker) Pada Sistem Photovoltaic menggunakan Algoritma Incremental Conductance".
- [10] Yulkifli, Fitri Afriani, Yohandri, and Ramli, "THE DESIGN OF DISPLAY DIGITAL DATA INTERFACE CLAMP-METER COMPLEMENTED BY SENSOR GMR(GIANT MAGNETORESISTANCE)," *SPEKTRA: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 5, no. 1, pp. 53-60, April 2020.
- [11] Mandalahi Haldigian Indra, Yanolanda Suzantry H, and Imanda Priyadi, "Pengujian Tahanan Isolasi Pada Transformator Distribusi 160 kVA Di PT. PLN (PERSERO) UP3 Bengkulu," *Jurnal Amplifier*, vol. 12, no. 2, pp. 8-15, November 2022.
- [12] Moh. Wahyu Aminullah, Iskandar, and Yuslan Basir, "Pengaruh Ketinggian Dan Redaman Dalam Meningkatkan Daya Keluaran Pada Panel Surya," *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 68-72, September 2022.