

ANALISA RUGI-RUGI DAYA INVERTER 1 DAN INVERTER 2 PADA KONVERSI ENERGI DC-AC PLTS 2 MW JAKABARING

A. P. Gustari^{1*}, D. Windisari¹

¹ Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Indralaya

Corresponding author: andreanpratama2017@gmail.com

ABSTRAK: Sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) memantau dan mengumpulkan data untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Jakabaring, serta proses kegiatan dan pengawasan serta fungsi kontrol. Kehilangan energi akibat beban resistif sebanding dengan kenaikan tahanan kabel. Pembangkitan listrik di PV sistem perlu meminimalkan kerugian sistem karena itu mahal, serta persentase losses terendah 5.1% pada Inverter 1 tanggal 16 Juni 2023.

Kata Kunci: Scada, PLTS, Inverter

ABSTRACT: The SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) system monitors and collects data for the Jakabaring Solar Power Plant, as well as the processes of activities, supervision, and control functions. Energy loss due to resistive load is proportional to the increase in cable resistance. Power generation in the PV system needs to minimize system losses because it is expensive, with the lowest percentage of losses being 5.1% on Inverter 1 on June 16, 2023.

Keywords: Scada, PLTS, Inverter

PENDAHALUAN

Salah satu energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia adalah energi listrik, yang dibutuhkan oleh banyak komponen atau alat elektronik, terutama untuk peralatan rumah tangga, kantor, industri, dan lainnya. Kebutuhan listrik ini terus meningkat karena hampir semua aktivitas modern membutuhkannya.

Solar panel atau yang biasa dikenal dengan panel surya merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel surya mempunyai teknologi fotovoltaik yang berfungsi untuk mengkonversikan radiasi matahari untuk menjadi energi listrik. Daya yang dihasilkan oleh panel surya ini akan disalurkan ke inverter kemudian dikonversikan menjadi energi listrik siap pakai. Energi yang telah dihasilkan tadi akan disimpan ke dalam baterai, yang akan dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan listriknya.

Pembangkit listrik tenaga surya menggunakan teknologi fotovoltaik dalam prosesnya dan terdiri dari beberapa bagian, yaitu module photovoltaic (PV). PLTS terdiri dari tiga sistem: Off-Grid, On-Grid, dan Hybrid. Pembangkit listrik tenaga surya sistem on-grid adalah yang paling efisien jika dibangun dalam jumlah besar. Setelah

itu, komponen lain adalah inverter.

Inverter adalah komponen sistem kelistrikan yang sangat penting untuk pembangkit tenaga surya dengan sistem ongrid. Memiliki kemampuan untuk mengubah arus DC menjadi arus AC, pengkonversian arus searah menjadi bolak-balik memungkinkan pembangkit untuk memberikan daya pada perangkat elektronik. Namun, ada kehilangan pada pengkonversian ini. Nilai kehilangan ini dapat disebabkan oleh elemen lingkungan, seperti suhu tinggi di permukaan panel, debu di atasnya, dan bagian modul yang tertutup bayangan. Selain kerugian lingkungan, sistem kelistrikan menyebabkan kerugian pada konverter, jaringan distribusi listrik, dan sistem tenaga. Losses ini harus dianalisis untuk menentukan kinerja PLTS

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

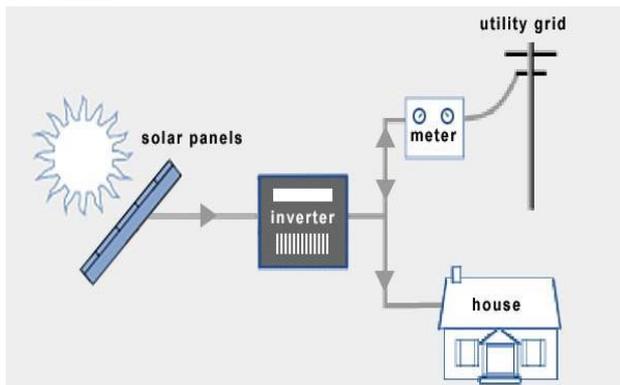
Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan energi alternatif sebagai penghasil energi listrik. Energi alternatif tersebut adalah cahaya matahari. Cahaya matahari adalah energi alternatif yang mudah didapatkan dan tersedia dalam jumlah tak terbatas di Indonesia. Selain itu, cahaya matahari bersifat ramah lingkungan, sehingga tidak menimbulkan polusi [1].

2. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Foton adalah partikel elementer yang membawa radiasi elektromagnetik, seperti cahaya matahari, dan memengaruhi besarnya gelombang radiasi matahari. Sebagian besar foton terserap atau dipantulkan kembali oleh sel surya, dan kemudian digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Saat cahaya matahari terserap oleh bahan semikonduktor, atom-atom pada cahaya akan melepaskan banyak elektron. Selain terserap oleh bahan semikonduktor, atom-atom tersebut juga akan melepaskan elektron bebas saat terserap oleh sel surya [3]. Potensi listrik dihasilkan ketika muatan negatif setiap elektron ditarik dari permukaan sel. Sistem pembangkit listrik tenaga surya terbagi menjadi 3, yakni:

- a. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid
 - b. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid
 - c. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid
- ### 3. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid

Sistem pembangkit PLTS on-grid memerlukan dukungan dari sistem transmisi kelistrikan lainnya, seperti PLN, untuk menyediakan energi listrik ke beban. Oleh karena itu, disebut "on-grid", yang berarti di dalam jaringan. Karena pemasangannya yang mudah dan kemungkinan lebih hemat biaya, PLTS on-grid menjadi pilihan yang paling populer. PLTS on-grid dimulai dengan panel surya menghasilkan listrik arus searah (DC). Kemudian, inverter mengubah listrik DC tersebut menjadi listrik arus bolak-balik (AC), yang sama dengan listrik PLN. Jaringan PLN kemudian menerima listrik yang diubah ini untuk digunakan oleh perangkat elektronik. Skema PLTS *on-grid* dapat dilihat pada Gambar 3.2 di bawah ini:

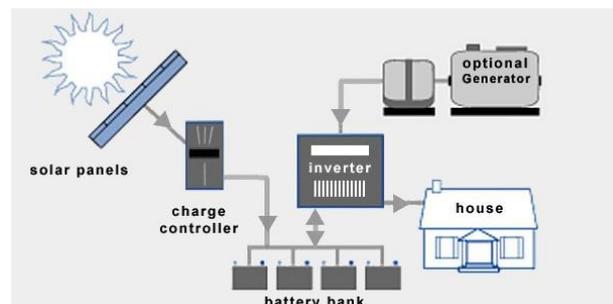


Gambar 1. Skema PLTS On-Grid

4. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid

Sistem pembangkit off-grid, juga dikenal sebagai sistem PV stand-alone (photovoltaic) yang tidak bergantung pada jaringan transmisi kelistrikan seperti PLTS on-grid. Hal ini dikarenakan pada sistem ini menggunakan baterai sebagai penyimpan energi listrik. Penggunaan baterai tersebut menjadikan PLTS off-grid

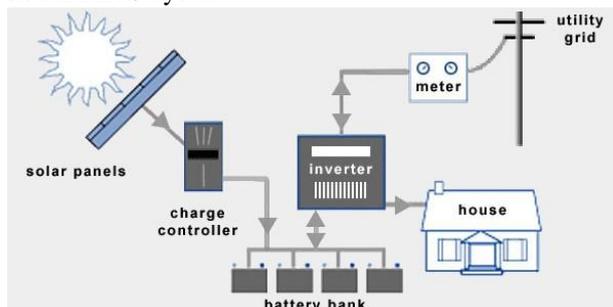
menjadi lebih mahal. Proses pengkonversian cahaya matahari menjadi energi listrik pada sistem off-grid diawali dengan pengkonversian cahaya matahari menjadi energi listrik arus searah (DC) oleh panel surya. Solar Charge Controller (SCC) mengontrol arus dan tegangan yang sudah dikonversi oleh panel surya. Sesudah dilakukannya pengontrolan oleh SCC, energi listrik akan di-charge oleh baterai. Selanjutnya energi listrik akan dikirim ke inverter untuk diubah menjadi arus listrik bolak-balik (AC), sehingga dapat digunakan pada alat elektronik. Untuk lebih mempermudah tentang cara kerja pada sistem off-grid dapat dilihat pada skema berikut:



Gambar 2. Skema PLTS Off-Grid

5. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybri

PLTS hybrid menggabungkan sistem on-grid dan off-grid. Akibatnya, sistem hybrid dapat menggunakan jaringan PLN atau baterai untuk menyimpan energi. Pada siang hari, mereka dapat menggunakan cahaya matahari langsung, dan pada malam hari mereka dapat menggunakan baterai yang telah disimpan selama siang hari. Namun, kelemahan pada hybrid adalah memerlukan biaya yang tidak sedikit. Berikut skema cara kerja pada sistem PLTS hybrid:



Gambar 3. Skema PLTS On-Grid

6. Jenis-Jenis Panel Surya

Jenis-jenis panel surya ini dibedakan dengan berdasarkan bahan pembuatannya yang mana bahan tersebut dibedakan menjadi dua bahan kristal dan bahan non kristalin (amorf). Sel surya yang berbahan kristalin terbuat dari bahan semikonduktor silikon (Si) lalu dibedakan menjadi dua jenis yakni panel surya monocrystalline dan panel surya polycrystalline. Sedangkan panel surya non-kristalin terbuat dari bahan

semikonduktor (Si) yang tipis atau thin film. Perbedaan antara bahan-bahan tersebut yaitu :

- a. Monocrystalline Silicone
- b. Polycrystalline Silicon
- c. Thin Film Solar Cell

7. Combiner Box

Combiner box atau kotak penggabung adalah sebuah kotak yang memiliki fungsi untuk menghubungkan string atau kabel keluaran dari panel surya. String ini dihubungkan secara paralel sehingga menghasilkan arus keluaran panel surya yang lebih besar. Umumnya fungsi utamanya adalah sebagai pengaman Ketika terjadi gangguan yang ada di sistem photovoltaic. Komponen yang berfungsi sebagai sistem proteksi yaitu Circuit Breaker (CB) dan fuse. AC combiner juga dapat membantu pemeliharaan dalam komposisi penyempurna tenaga PV yang sangat positif. AC Combiner Box dapat membantu peningkatan efisiensi amannya pada suatu proses pembangkitan daya PV. Alat ini juga dapat dilakukan secara sangat baik meski adanya daya inverter string yang berbeda.

8. Inverter

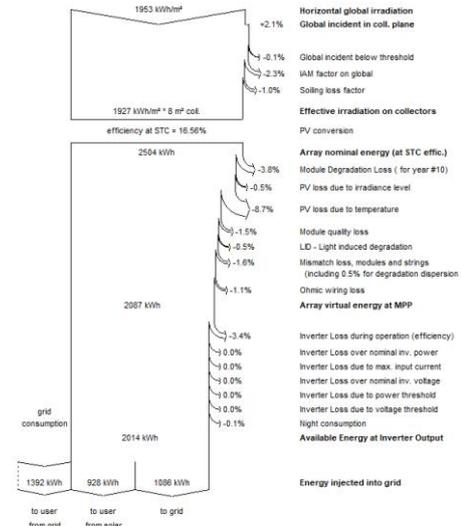
Panel surya mempunyai beragam komponen penting untuk membantu pengoperasian kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Inverter adalah salah satu komponen yang penting dan paling kompleks. Alat ini menggunakan konversi arus listrik DC menjadi arus listrik AC dan mengubah tegangan lalu untuk mengontrol daya kekuatan yang akan ditransmisikan. Berdasarkan karakteristiknya, penggunaan inverter pada dua bagian adalah untuk sistem on-grid atau dikenal dengan grid-connected [6].

Dalam memilih inverter seharusnya memperhatikan berbagai hal berikut:

1. Efisiensi
2. Kapasitas Daya Pada Inverter
3. Tegangan
4. Arus Masukan Inverter
5. Sistem Proteksi
6. Mampu bekerja pada suhu mencapai 45°C

9. Rugi-Rugi Daya pada Sistem PV Surya

Karena hasil energi yang rendah dari sistem PV, itu sangat penting untuk mengirimkan energi yang dihasilkan ke konsumen dengan kerugian seminimal mungkin. Oleh karena itu, perlu meminimalkan kerugian tersebut dengan menghilangkan faktor-faktor penyebabnya kerugian yang terjadi pada sistem PV Faktor yang dapat menyebabkan kerugian dalam sistem PV adalah faktor lingkungan sepertinaungan, debu, salju, hujan, suhu dan kerugian karena komponen sistem seperti kabel, inverter dan baterai. Sistem PV harus dipasang dengan mempertimbangkan kerugian dan energi yang dihasilkan harus dikonsumsi di daerah setempat di mana itu diproduksi sebanyak mungkin.



Gambar 4. Diagram PV System Losses

a. Shading losses

Meneduh permukaan panel surya dari sinar matahari langsung dapat mengakibatkan hilangnya sistem sekitar 7%. Karena sel surya dihubungkan dalam kelompok, naungan satu sel memblokir sebagian aliran daya dan memengaruhi output seluruh panel. Gangguan aliran juga dapat menyebabkan hot spot, yang dapat merusak panel [7].

b. Debu dan Kotoran

Kotoran dari debu dan kotoran dapat menyebabkan kerugian sistem sekitar 2% di lokasi yang curah hujannya sepanjang tahun. Namun di lokasi dekat pusat industri dan di daerah berdebu dengan curah hujan terbatas, kehilangan bisa mencapai 6-7%. Sudut kemiringan panel memengaruhi penumpukan debu atau hujan salju, sementara penghalang lain seperti kotoran burung dapat menumpuk seiring waktu dan menjadi sulit dihilangkan [7].

c. Refleksi

Ada beberapa kehilangan keluaran sekitar 2,5% ketika sinar matahari memantulkan permukaan panel daripada diserap untuk menghasilkan arus. Perancang panel surya terus meneliti cara untuk meningkatkan efisiensi dengan mengurangi reflektifitas permukaan untuk meningkatkan penyerapan Cahaya [7].

d. Spektral

Sel surya tidak mengubah semua panjang gelombang cahaya yang dipancarkan matahari. Tetapi mereka dioptimalkan untuk secara luas mengubah sebagian besar cahaya tampak dan setengah dari cahaya inframerah yang menerpa mereka, memaksimalkan keluaran listrik. Pabrikan sedang mencari cara untuk meningkatkan penyerapan cahaya dari panjang gelombang yang berbeda, tetapi hal ini sulit untuk diatasi pada tahap desain proyek [7].

e. Irradiasi

Pengurangan iradiasi mengacu pada hasil rating Standard Test Conditions (STC).

Dalam kehidupan nyata, modul tidak akan beroperasi pada kondisi STC, oleh karena itu terjadi penurunan efisiensi mendekati 1,5% [7].

f. Thermal

Salah satu kehilangan sistem terbesar disebabkan oleh suhu tinggi — untuk setiap 1°C di atas 25°C output dari sel surya turun sebesar 0,5%. Para peneliti terus mencari cara untuk mengurangi kerugian termal, seperti meningkatkan sirkulasi udara [7].

g. Ketidakcocokan Penyusunan

Ketidakcocokan terjadi ketika dua atau lebih panel menghasilkan tingkat energi yang berbeda, baik karena naungan parsial, panjang tali yang berbeda, atau sedikit perbedaan dalam karakteristik listrik sel. Mungkin ada ketidakcocokan di seluruh string karena orientasi yang buruk atau panel menghadap ke arah yang berbeda [7].

h. Kerugian pada Kabel

Kerugian dari arus yang mengalir melalui kabel DC tidak dapat dihilangkan tetapi dapat diminimalkan. Hambatan listrik menyebabkan tegangan turun pada kabel ketika arus mengalir, dan daya hilang melalui pemanasan. Semakin tinggi arus, semakin besar efek pemanasan dan semakin menjadi faktor di seluruh koneksi [7].

i. Kerugian pada Inverter

Untuk proyek surya skala utilitas, kami memiliki string dan inverter pusat. Mereka biasanya memiliki tingkat efisiensi sekitar 95-98%, tetapi dapat berubah tergantung pada aspek lainnya. Dua faktor terpenting yang mempengaruhi efisiensi inverter adalah suhu dan beban [7].

10. Rugi-Rugi Daya pada Konversi DC-AC

Dalam instalasi sistem PV, kabel surya digunakan menghubungkan modul PV dan inverter. Kerugian daya kabel dapat dinyatakan sebagai berikut tergantung pada waktu. Di sini adalah Resistansi DC kabel, VDC tegangan antara ujung kabel, Ploss adalah kehilangan daya DC.

$$P_{loss} = 2 \cdot I_{DC} \cdot R_{Cable} \cdot V_{DC} [1]$$

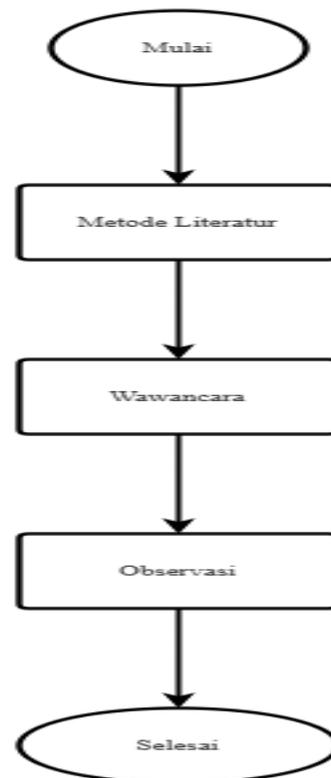
Kehilangan energi akibat beban resistif sebanding dengan kenaikan tahanan kabel. Pembangkitan listrik di PV sistem perlu meminimalkan kerugian sistem karena itu mahal. Sebagian besar kerugian sistem terjadi di bagian kelistrikan. Kerugian ini sebagian besar terjadi pada kabel dan inverter. Karakteristik sistem PV diperoleh di bawah kondisi uji standar (STC). Tapi keluaran sistem PV adalah selalu variabel dan jarang bekerja di STC. Karena itu, kabel surya membawa jumlah arus listrik yang berbeda. Jadi, penampang kabel surya yang dihitung di bawah STC mungkin tidak cocok. Penurunan tegangan kabel terjadi karena penampang

menyebabkan hilangnya energi dan juga mengurangi efisiensi. Karena alasan tersebut di atas, penampang kabel harus dihitung dengan hati-hati untuk meminimalkan kerugian yang mungkin terjadi pada sistem PV. Pada prinsipnya, arus mengalir dalam konduktor akan menyebabkan kehilangan daya (*Ploss*) dalam bentuk panas [8]. Kerugian ini bisa dihitung dengan rumus:

$$E_{loss\%} = (E_{loss})/E_{DC} \times 100\% [1]$$

METODE

Adapun metode dalam penulisan ini, secara Alur :



1. Metode Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara membaca dan mempelajari hal-hal tentang pembahasan laporan yang didapat dari jurnal dan artikel terkait.

2. Metode Wawancara

Metode ini dilakukan dengan mewawancarai ataupun berdiskusi dengan pembimbing lapangan serta karyawan yang bekerja di PLTS Jakabaring Palembang.

3. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan mengamati dan dilanjutkan dengan pengambilan data yang dibutuhkan dalam laporan ini.

PEMBAHASAN

1. Spesifikasi Teknis PLTS Jakabaring

Pembangkit Listrik Tenaga Surya PLTS yang berada di Jakabaring Palembang memiliki konfigurasi on-grid untuk pengoperasian pada sistemnya. Daya keluaran yang didapatkan akan dialirkan ke (JTM) Jaringan Tegangan Menengah PLN 20 kV. PLTS Jakabaring memiliki susunan PV array yang terdiri dari 32 modul surya yang mana modul tersebut tersambung antara lain sebanyak 16 buaj secara seri dan juga paralel. Memilki total PV Array sebanyak 164 unit. PLTS Jakabaring memiliki modul surya dengan total jumlah 5248 unit yang berjenis Polycrystallin dengan kapasitas daya sebesar 315 Watt. Daya yang dihasilkan oleh PV Array lalu disalurkan pada combiner box, dengan jumlah combiner box sebanyak 24 buah dan dialirkan dengan 7 PV Array pada setiap combiner box. Setelah berada di combiner box, kemudian dialirkan lagi ke inverter yang berjumlah 8 unit pada PLTS Jakabaring. Satu inverter tersebut terhubung pada 3 combiner box. Energi yang dihasilkan oeh inverter

disalurkan Kembali ke AC Collection Box yang terdiri dari 3 unit. 2 AC Collection Box terdiri dari 3 Inverter dan 1 AC Collection Box terdiri dari 2 inverter terdapa pada

PLTS Jakabaring Palembang. Setelah dikumpulkan maka akan dialirkan ke Trafo, pada PLTS Jakabaring memili satu unit trafo 50 kV yang dapat digunakan pada PLTS tersebut. Dua unit Trafo 800 KVA dan 630 KVA. Ada juga kubikel dengan jumlah 7 unit yang berfungsi sebagai proteksi pada PLTS Jakabaring. Untuk menyimpan data, PLTS jakabaring menggunakan SCADA sebagai penyimpanan informasi dari operasioanl pada PLTS Jakabaring.

2. Spesifikasi Panel Surya pada PLTS 2MW Jakabaring

PLTS 2 MW Jakabaring menggunakan 5248 unit modul PV Sharp ND-AH dengan jenis polycrystalline silicone. Modul PV dipasang secara seri dan paralel. Setiap modul PV tersebut tersusun atas 32 modul dengan spesifikasi 4 modul PV ke bawah dan 8 modul ke samping

3. Analisis Rugi-Rugi Daya

Data yang dikumpulkan dari PLTS 2 MW Jakabaring dikumpulkan setiap hari dari pukul 07.00 pagi hingga 18.00 malam. Data ini dikumpulkan dari input DC dan output AC, dan digabungkan untuk menghasilkan total daya harian dari pembangkit dari tanggal 10 hingga 16 Juni 2023. SCADA (singkatan dari Supervisory Control and Data Acquisition) adalah arsitektur sistem pengontrol yang memungkinkan pengawasan mesin dan proses tingkat tinggi melalui komputer, komunikasi data jaringan, dan antarmuka pengguna grafis. Data disimpan dan diawasi dalam sistem SCADA yang lebih besar.

PLTS Jakabaring memiliki delapan inverter yang bekerja. Namun demikian, penulis hanya menggunakan data dari dua inverter untuk membandingkan data. Data dari tiap inverter mengandung tiga jenis data: DC Power In, Power Active, dan Active Energy. Daya input masih dalam bentuk DC, sementara daya output telah dalam bentuk AC. Penulis menggunakan data dari dua inverter; tiap inverter memiliki tiga input daya DC dan satu output daya sebagai daya aktivasi. Tujuan dari data dan grafik adalah untuk menunjukkan perbedaan dan perbandingan dari masing-masing data dari hari-hari PLTS 2 MW Jakabaring. Daya DC input 01, 02, dan 03 dijumlahkan dan dibandingkan dengan hasil daya output pada active power

Tabel 1. Nilai Daya Input dan Output Inverter 1

Date Bulan Juni 2023	Inverter 2- ACTIVE POWER (kW)	Inverter 2 - DC POWER IN (kW)	Inverter 2 - DC POWER IN (kW)	Inverter 2 - DC POWER IN (kW)	Total Inverter 2 - DC POWER IN
10	606.15	214.37	231.54	214.47	660.38
11	574.29	204.51	220.52	203.39	628.42
12	920.38	317.53	346.85	322.2	986.58
13	877.49	304.31	329.85	307.12	941.28
14	825.1	286.25	310.47	288.92	885.64
15	622.77	217.29	237.62	222.99	677.9
16	847.97	292.83	319.11	296.3	908.24

Table 2. Nilai Daya Input dan Output Inverter 2

Date Bulan Juni 2023	Total Inverter 1 - DC POWER IN	Inverter 1 - ACTIVE POWER (kW)	Rugi-Rugi Daya Inverter 1	Persentase Losses Inverter 1
10	618.56	575.95	42.61	6.8%
11	598.5	554.69	43.81	7.3%
12	930.2	881.62	48.58	5.2%
13	890.58	842.91	47.67	5.3%
14	827.32	781.64	45.68	5.5%
15	639.7	597.06	42.64	6.6%
16	858.41	814.48	43.93	5.1%

Table 3. Nilai Rugi-Rugi Daya Inverter 1

Date Bulan Juni 2023	Total Inverter 1 - DC POWER IN	Inverter 1 - ACTIVE POWER (kW)	Rugi-Rugi Daya Inverter 1	Persentase Losses Inverter 1
10	618.56	575.95	42.61	6.8%
11	598.5	554.69	43.81	7.3%
12	930.2	881.62	48.58	5.2%
13	890.58	842.91	47.67	5.3%
14	827.32	781.64	45.68	5.5%
15	639.7	597.06	42.64	6.6%
16	858.41	814.48	43.93	5.1%

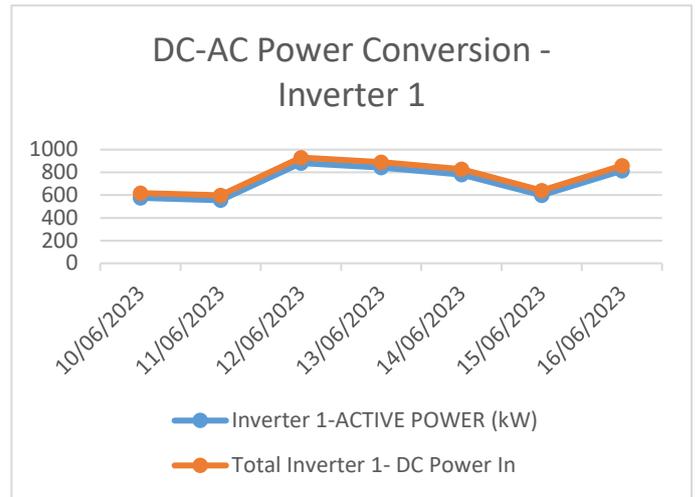
Table 1. Nilai Rugi-Rugi Daya Inverter 2

Date Bulan Juni 2023	Rugi-Rugi Daya Inverter 1	Rugi-Rugi Daya Inverter 2	Selisih Nilai Rugi Daya
10	42.61	54.23	11.62
11	43.81	54.13	10.32
12	48.58	66.2	17.62
13	47.67	63.79	16.12
14	45.68	60.54	14.86
15	42.64	55.13	12.49
16	43.93	60.27	16.34

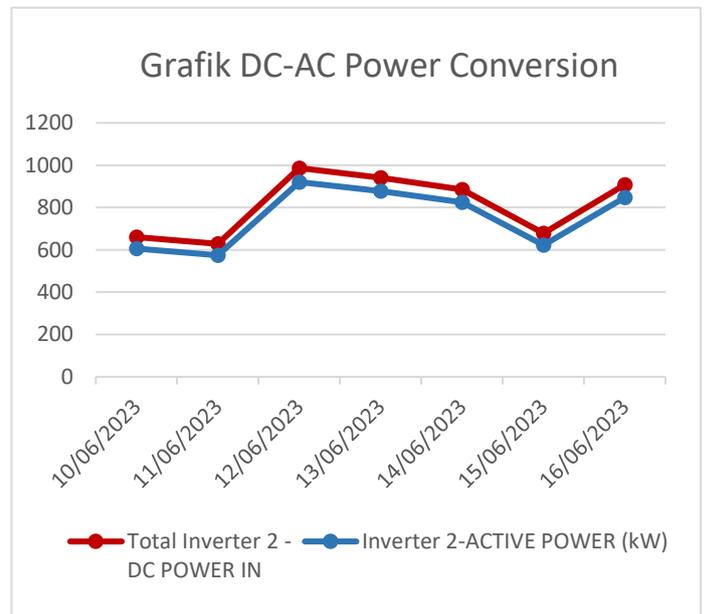
Table 5. Nilai Selisih Rugi-Rugi Daya Inverter 1 dan 2

Date Bulan Juni 2023	Inverter 1- ACTIVE POWER (kW)	Inverter 1 - DC POWER IN (kW)	Inverter 1 - DC POWER IN 02 (kW)	Inverter 1 - DC POWER IN 03 (kW)	Total Inverter 1 - DC POWER IN
10	575.95	214.97	229.55	174.04	618.56
11	554.69	206.81	220.2	171.49	598.5
12	881.62	320.03	343.38	266.79	930.2
13	842.91	308.66	328.62	253.3	890.58
14	781.64	285.37	307	234.95	827.32
15	597.06	226.63	235.65	177.42	639.7
16	814.48	295.63	316.95	245.83	858.41

4. Grafik Data



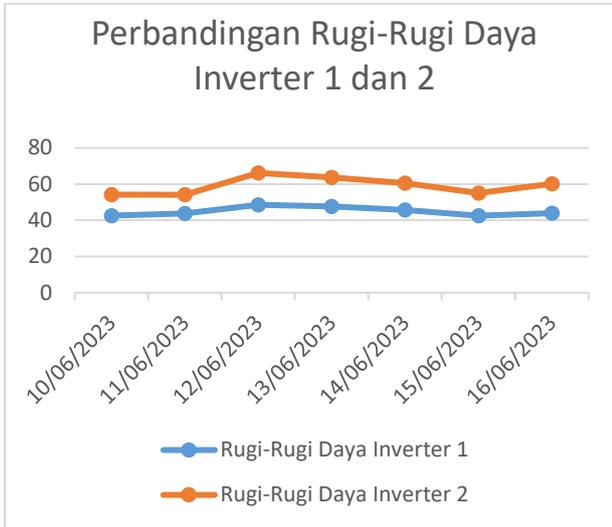
Gambar 5. Grafik DC-AC Power Conversion - Inverter 1



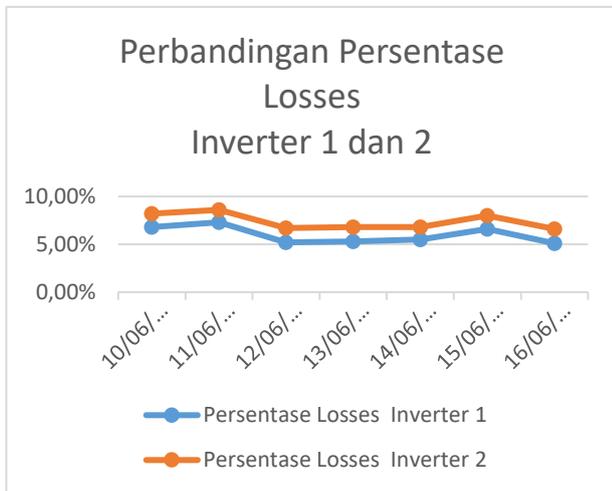
Gambar 5. Grafik DC-AC Power Conversion - Inverter 2

Berdasarkan dua grafik di atas menunjukkan nilai perbandingan dari konversi arus DC ke AC pada inverter 1 dan 2. Dari grafik data garis berwarna Merah yaitu DC Power In memiliki nilai lebih besar dari garis biru yaitu Active Power. Nilai dua data berkisar 200 – 1000 kW. Grafik DC-AC Power Conversion-Inverter 1 dapat kita analisa bahwa memiliki data yang hampir tidak jauh beda. Pada grafik inverter 1, DC Power In memiliki nilai terendah pada 598,5 kW dan Active Power pada 554,69kW. Pada grafik inverter 2, DC Power In memiliki nilai terendah pada 628,42kW dan Active Power pada 574,29 kW. Selisih antara nilai terendah dua inverter adalah 29,92 kW pada DC Power In dan 19,6 kW pada Active Power. Pada grafik inverter 1, DC Power In memiliki nilai tertinggi pada 930,2 kW dan Active Power pada 881,62 kW. Pada grafik inverter 2, DC Power In

memiliki nilai tertinggi pada 986,58kW dan Active Power pada 920,38 kW. Selisih antara nilai tertinggi dua inverter adalah 56,38 kW pada DC Power In dan 38.756 kW pada Active Power. Nilai dengan daya terendah terjadi pada tanggal 11 Juni 2023 baik pada inverter 1 maupun 2. Sedangkan untuk daya tertinggi, inverter 1 maupun 2 terjadi pada tanggal 12 Juni 2023.



Gambar 6. Perbandingan Rugi-Rugi Daya Inverter 1 dan 2



Gambar 7. Perbandingan Persentase Losses Inverter 1 dan 2

Berdasarkan dua grafik menunjukkan perbandingan nilai rugi-rugi daya keseluruhan pada inverter dan persentase rugi-rugi daya inverter. Jika dilihat dari diagram garis di atas kita dapat menyimpulkan bahwa inverter 2 menghasilkan rugi-rugi daya lebih besar dari inverter 1. Nilai tertinggi inverter 2 yaitu 66,2 kW pada tanggal 12 Juni 2023 dan persentase losses terbesar 8,6 % pada tanggal 11 Juni 2023. Sedangkan inverter 1

menghasilkan rugi-rugi daya tertinggi pada 48,58 kW tanggal 12 Juni 2023 dengan persentase losses te pada 7,3% tanggal 11 Juni 2023. Rugi-rugi daya tertinggi inverter sama-sama dihasilkan pada tanggal 12 Juni 2023 dan persentase losses tertinggi sama – sama terjadi pada tanggal 11 juni 2023.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dan analisa yang dilakukan, maka didapatkan 2 kesimpulan, yaitu:

1. Inverter 2 menghasilkan rugi-rugi daya lebih besar daripada Inverter 1. Persentase losses terbesar 8,6% pada Inverter 2 tanggal 11 Juni 2023 dan persentase losses terendah 5.1% pada Inverter 1 tanggal 16 Juni 2023.
2. Sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) memantau dan mengumpulkan data untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Jakabaring, serta proses kegiatan dan pengawasan serta fungsi kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. SumSel Energi Gemilang, Company Profile. Palembang: PT. SumSel Energi Gemilang, 2021.
- [2] M. T. Islam, N. Huda, A. B. Abdullah, and R. Saidur, "A comprehensive review of state-of-the-art concentrating solar power (CSP) technologies: Current status and research trends," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 91, no. April, pp. 987–1018, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.04.097.
- [3] Sungery, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap," 2020. <https://sunenergy.id/blog/pembangkit-listrik-tenaga-surya>
- [4] L. Bahtiyar Uslu Lec Abdil Karakan Asist Riyad Şihab, "Monocrystalline Photovoltaic Test Set Design," *J. Multidiscip. Eng. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 8, pp. 2458–9403, 2017.
- [5] E. T. Efazl et al., "A review of primary technologies of thin-film solar cells," *Eng. Res. Express*, vol. 3, no. 3, 2021, doi: 10.1088/2631-8695/ac2353.
- [6] B. Dhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos dan Don'ts*. Jakarta, 2018.
- [7] R. J. . Baltus, C W.A., Eikelboom, J A, & Van Zolingen, *Analytical monitoring of losses in PV systems*. Netherlands.
- [8] A. -, G. D. Ramady, M. S. Sungkar, Y. A. Nuhgraha, and A. Wirjawan, "Reduksi Rugi-Rugi Pensaklaran Pada Konverter Dc-Dc Zeta Dengan Teknik Zero Voltage Transition," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 12, no. 1, p. 49, 2023, doi: 10.30591/polekro.v12i1.4378.