

SKRIPSI

**EVALUASI SISTEM KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA 2 MW JAKABARING YANG TERSALUR
SECARA *ON GRID* DENGAN PT.PLN (PERSERO)**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

**OLEH
AYU SEPTIANI
03041381924119**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI SISTEM KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 2 MW
JAKABARING YANG TERSALUR SECARA *ON GRID* DENGAN PT.PLN
(PERSERO)**



SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

**OLEH
AYU SEPTIANI
03041381924119**

Palembang, 11 Juli 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

**Wirawan Adipradana, S.T., M.T
NIP. 198601122015041001**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197108141999031005**

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Wirawan Adipradana, S.T., M.T.

Tanggal : 11/Juli/2023

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ayu Septiani
NIM : 03041381924119
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 4%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Evaluasi Sistem Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 MW Jakabaring Yang Tersalur Secara *On Grid* Dengan PT.PLN (PERSERO)” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 4 Juli 2023



Ayu Septiani

NIM.03041381924119

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ayu Septiani
NIM : 03041381924119
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Jenis Karya : Skripsi

Demi pembangunan ilmu pengetahuan , menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti Nonekslusif (*Non – exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**EVALUASI SISTEM KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 2
MW JAKABARING YANG TERSALUR SECARA *ON GRID* DENGAN
PT.PLN (PERSERO)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan Hak Bebas Royalti Nonekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang
Pada Tanggal: 11 Juli 2023



Ayu Septiani

NIM. 03041381924119

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas izin, rahmat dan karunia-Nya hingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ **EVALUASI SISTEM KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 2 MW JAKABARING YANG TERSALUR SECARA ON GRID DENGAN PT.PLN (PERSERO)** ” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih, kepada pihak yang telah membantu penulis selama pengerjaan skripsi ini berlangsung sehingga penulis mendapatkan wawasan serta ilmu. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang maha Esa, yang telah memberikan banyak kemudahan dan kemampuan untuk berpikir.
2. Ayah dan Ibu tercinta, yang telah memberikan saya dukungan, semangat, serta kasih sayang yang besar.
3. Bapak Ir. Syamsuri M.M., dan Bapak Wirawan Adipradana S.T.,M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir, yang telah membimbing serta memberi nasihat serta saran selama Tugas Akhir ini dibuat.
4. Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc. dan Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku dosen penguji.
5. Bapak Ir. Zaenal Husin, M.SC selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya selama proses perkuliahan.
6. Bapak Muhammad Abu Bakar Siddik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku kepala jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh Dosen serta Staff Teknik Elektro yang telah memberi ilmu selama proses perkuliahan.
8. Bapak Ali Kartili selaku Site Manajer Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2MW Jakabaring yang telah memberi arahan serta masukan terhadap penelitian di PLTS Jakabaring.
9. Seluruh staff PLTS Jakabaring serta PT. SEG yang telah membantu selama proses pengambilan data.
10. Seluruh teman-teman Teknik Elektro Angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan selama perkuliahan.

11. Jihan, Raidah, Nami, Tasya, Eca, Cc, Ima, dan Tania yang selalu memberikan dukungan dan menemani penulis selama perkuliahan serta penyusunan Tugas Akhir.
12. Muhammad Rizky Ramadhan yang telah membantu serta memberikan semangat selama penyusunan Tugas Akhir.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan penulis. Maka dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya memperbaiki dan membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca khususnya mahasiswa Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.

Palembang, Juli 2023



Ayu Septiani

NIM. 03041381924119

ABSTRAK

EVALUASI SISTEM KINERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA 2 MW JAKABARING YANG TERSALUR SECARA ON GRID DENGAN PT.PLN (PERSERO)

(Ayu Septiani, 03041381924119, 2023, 45 halaman)

Penggunaan energi listrik dengan bahan bakar fosil semakin meningkat, maka dari itu diperlukan sebuah energi terbarukan. Salah satunya adalah PLTS yang menggunakan cahaya matahari sebagai sumbernya. Salah satu PLTS dikota Palembang ialah PLTS 2 MW Jakabaring yang sudah beroperasi selama 5 tahun. Pada proses PLTS 2 MW Jakabaring memerlukan evaluasi terhadap sistem pengoperasian yang dipengaruhi oleh radiasi matahari, suhu panel, serta kondisi cuaca lingkungan, sehingga dapat meminimalisir kesalahan pada sistem tersebut. Selain itu, diperlukan juga evaluasi pada efisiensi daya yang dihasilkan oleh PLTS 2 MW Jakabaring serta efisiensi pada Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring. Persiapan dari penelitian ini ialah dengan mendapatkan data-data yang diperoleh dari PLTS 2 MW Jakabaring dan PT.PLN (Persero). Besar daya maksimal yang dihasilkan oleh PLTS pada kondisi cerah sebesar 102,88 kW pada pukul 12.00 WIB, sedangkan daya maksimal pada kondisi hujan sebesar 49,08 kW pada pukul 10.00 WIB. Efisiensi yang dihasilkan PLTS tertinggi adalah pada tahun 2022 sebesar 52,88% pada pukul 11.00 WIB dan terendah terjadi pada tahun 2022 sebesar 14,19% pada pukul 17.00 WIB. Efisiensi penggunaan daya pada Penyulang Tarumanegara tertinggi pada tahun 2022 yaitu sebesar 88,50% pada pukul 14.00 WIB dan terendah terjadi pada tahun 2018 sebesar 27.23% pada pukul 07.00 WIB.

Kata Kunci : Daya, Efisiensi, Panel Surya, Evaluasi, Energi Listrik

ABSTRACT

EVALUATION OF THE PERFORMANCE SYSTEM OF THE JAKABARING 2 MW SOLAR POWER PLANT DISTRIBUTED ON GRID WITH PT PLN (PERSERO)

(Ayu Septiani, 03041381924119, 2023, 45 Pages)

The use of electrical energy with fossil fuels is increasing, therefore a renewable energy is needed. One of them is PLTS which uses sunlight as its source. One of the PLTS in the city of Palembang is the 2 MW Jakabaring PLTS which has been operating for 5 years. The Jakabaring 2 MW PLTS process requires an evaluation of the operating system which is affected by solar radiation, panel temperature, and environmental weather conditions, so as to minimize errors in the system. In addition, it is also necessary to evaluate the efficiency of the power produced by PLTS 2 MW Jakabaring and the efficiency of the Feeder Tarumanegara GI New Jakabaring. The preparation of this research is to obtain data obtained from PLTS 2 MW Jakabaring and PT PLN (Persero). The maximum power generated by PLTS in sunny conditions is 102.88 kW at 12.00 WIB, while the maximum power in rainy conditions is 49.08 kW at 10.00 WIB. The highest efficiency produced by PLTS is in 2022 of 52.88% at 11.00 WIB and the lowest occurs in 2022 of 14.19% at 17.00 WIB. The highest power use efficiency in Tarumanegara Feeders is in 2022, namely 88.50% at 14.00 WIB and the lowest occurred in 2018 of 27.23% at 07.00 WIB.

Keywords : Energy, Efficiency, Solar Panels, evaluation, electrical energy

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| HALAMAN PERNYATAAN DOSEN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS | iii |
| PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| ABSTRAK..... | vii |
| <i>ABSTRACT</i> | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR RUMUS | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah | 3 |
| 1.5. Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB II..... | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1. Energi Matahari | 5 |
| 2.1.1. Radiasi Matahari | 5 |
| 2.1.2. Kemiringan Sudut Pada Panel Surya..... | 6 |
| 2.2. Sel Surya | 6 |

| | |
|---|----|
| 2.2.1. Cara Kerja Photovoltaic..... | 7 |
| 2.2.2. Rangkaian Seri dan Paralel Sel <i>Photovoltaic</i> | 7 |
| 2.2.3. Jenis Bahan Produksi Sel Surya..... | 7 |
| 2.2.4. Efisiensi Panel Surya..... | 8 |
| 2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)..... | 9 |
| 2.3.1. Proses Konversi Sistem PLTS | 9 |
| 2.3.2. PLTS <i>Off Grid</i> | 10 |
| 2.3.3. PLTS <i>On Grid</i> | 10 |
| 2.3.4. PLTS <i>Hybrid</i> | 11 |
| 2.4. Menentukan Efisiensi pada PLTS | 11 |
| 2.5. <i>Combiner Box</i> | 12 |
| 2.6 <i>Converter</i> | 12 |
| 2.7 <i>Inverter</i> | 12 |
| 2.7.1 Jenis-Jenis <i>Inverter</i> | 12 |
| BAB III..... | 14 |
| METODE PENELITIAN..... | 14 |
| 3.1. Lokasi Pelaksanaan..... | 14 |
| 3.2. Waktu Pelaksanaan | 14 |
| 3.3. Luas Wilayah..... | 15 |
| 3.4. Metode Penelitian | 15 |
| 3.5. Spesifikasi Peralatan | 16 |
| 3.5.1. Spesifikasi Photovoltaic Module PLTS 2 MW Jakabaring | 16 |
| 3.5.2. Spesifikasi Combiner Box PLTS 2 MW Jakabaring..... | 17 |
| 3.5.3. Spesifikasi Inverter..... | 18 |
| 3.6. Prosedur Penelitian | 19 |
| 3.7 Teknik Pengambilan Data..... | 19 |
| 3.8 Teknik Pengolahan Data dan Analisa..... | 19 |

| | |
|--|----|
| 3.9 Diagram Alir Penelitian | 20 |
| BAB IV..... | 21 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 21 |
| 4.1 Radiasi Matahari di PLTS 2 MW Jakabaring pada Bulan Januari 2022 | 21 |
| 4.2 Suhu Panel di PLTS 2 MW Jakabaring pada Bulan Januari 2022 | 23 |
| 4.3 Analisa Pengaruh Suhu, Radiasi Matahari, dan Kondisi Cuaca Lingkungan Terhadap Daya (P_{out}) yang dihasilkan PLTS 2 MW Jakabaring | 25 |
| 4.4 Konfigurasi Sistem Pengoperasian di PLTS 2 MW Jakabaring..... | 28 |
| 4.5 Kapasitas PLTS 2 MW Jakabaring..... | 29 |
| 4.6 Efisiensi Daya Output PLTS 2 MW Jakabaring dan Efisiensi Daya Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT. PLN (Persero) | 32 |
| 4.6.1 Data P_{out} PLTS Tahunan PLTS 2 MW Jakabaring | 32 |
| 4.6.2 Data P_{out} Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT.PLN (Persero) | 33 |
| 4.6.3 Efisiensi Daya Yang Dihasilkan Oleh PLTS 2 MW Jakabaring | 34 |
| 4.6.4 Efisiensi Daya yang digunakan pada Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT.PLN (Persero)..... | 37 |
| BAB V | 41 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | 41 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 41 |
| 5.2 Saran | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA | 43 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1. Radiasi Matahari yang Jatuh ke Permukaan Bumi..... | 5 |
| Gambar 2. 2. Hubungan Sel Surya, Solar Modul, Solar Panel, dan Solar Array | 6 |
| Gambar 2. 3. Prinsip Kerja Sel Surya | 7 |
| Gambar 2. 4. Sel <i>Monocrystalline Silicone</i> | 8 |
| Gambar 2. 5. Sel <i>Polycrystalline Silicone</i> | 8 |
| Gambar 2. 6. Sel <i>Thin film solar cell</i> | 8 |
| Gambar 2. 7. Konversi Pada PLTS | 9 |
| Gambar 2. 8. Skema PLTS <i>Off Grid</i> | 10 |
| Gambar 2. 9. Skema PLTS <i>On Grid</i> | 10 |
| Gambar 2. 10. Skema PLTS Hybrid | 11 |
| Gambar 3. 1. Lokasi PLTS 2 MW Jakabaring..... | 14 |
| Gambar 3. 2. Nameplate Photovoltaic Module PLTS 2 MW Jakabaring | 16 |
| Gambar 3. 3. Nameplate combiner box PLTS 2 MW Jakabaring | 17 |
| Gambar 3. 4. Nameplate inverter PLTS 2 MW Jakabaring | 18 |
| Gambar 3. 5. Diagram Air (FlowChart)..... | 20 |
| Gambar 4. 1. Grafik Data Radiasi Matahari PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022 | 23 |
| Gambar 4. 2. Data Grafik Suhu Panel harian PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022 | 24 |
| Gambar 4. 3. Grafik Daya pada saat Kondisi Cuaca Cerah dan Hujan | 26 |
| Gambar 4. 4. Grafik Suhu Panel pada saat Kondisi Cerah dan Hujan..... | 27 |
| Gambar 4. 5. Grafik Radiasi Matahari pada saat kondisi Cerah dan Hujan..... | 28 |
| Gambar 4. 6. Grafik Efisiensi Daya Yang dihasilkan PLTS 2 MW Jakabaring Tahun 2018 dan 2022..... | 36 |
| Gambar 4. 7. Grafik Efisiensi Daya Pada Penyulang Tarumanegara Tahun 2018 dan 2022 . | 38 |

DAFTAR RUMUS

| | |
|------------------|----|
| Rumus 2. 1..... | 9 |
| Rumus 2. 2 | 11 |
| Rumus 2. 3..... | 12 |
| Rumys 4. 1..... | 29 |
| Rumus 4. 2..... | 29 |
| Rumus 4. 3..... | 30 |
| Rumus 4. 4..... | 30 |
| Rumus 4. 5 | 31 |
| Rumus 4. 6..... | 34 |
| Rumus 4. 7..... | 37 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3. 1. Waktu Pelaksanaan..... | 15 |
| Tabel 3. 2. Spesifikasi Photovoltaic Module PLTS 2 MW Jakabaring | 17 |
| Tabel 3. 3. Spesifikasi Combiner Box PLTS 2 MW Jakabaring | 18 |
| Tabel 3. 4. Spesifikasi Inverter PLTS 2 MW Jakabaring..... | 18 |
| Tabel 4. 1. Radiasi Matahari harian PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022. | 21 |
| Tabel 4. 2. Suhu Panel di PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022 | 23 |
| Tabel 4. 3. Pout PV Array Saat Kondisi Cuaca Cerah tanggal 29 Januari 2022 | 25 |
| Tabel 4. 4. Pout PV Array Saat Kondisi Cuaca Hujan tanggal 31 Januari 2022..... | 26 |
| Tabel 4. 5. Data Pout PLTS Jakabaring Tahun 2018..... | 32 |
| Tabel 4. 6. Data Pout PLTS Jakabaring Tahun 2022..... | 33 |
| Tabel 4. 7. Data Pout Penyulang Tarumanegara Tahun 2018 | 33 |
| Tabel 4. 8. Data Pout Penyulang Tarumanegara Tahun 2022 | 34 |
| Tabel 4. 9. Efisiensi Pout PLTS Pada Tahun 2018..... | 34 |
| Tabel 4. 10. Efisiensi Pout PLTS Pada Tahun 2022 | 35 |
| Tabel 4. 11. Efisiensi Pout Penyulang Tarumanegara Pada Tahun 2018 | 37 |
| Tabel 4. 12. Efisiensi Pout Penyulang Tarumanegara Pada Tahun 2022 | 37 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pout PLTS 2 MW Jakabaring Tahun 2018 dan 2022

Lampiran 1.1. Data Pout PLTS Tahun 2018

Lampiran 1.2. Data Pout PLTS Tahun 2022

Lampiran 2. Data Pout Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring Tahun 2018 dan 2022

Lampiran 2.1. Data Pout Penyulang Tarumanegara Tahun 2018

Lampiran 2.2. Data Pout Penyulang Tarumanegara Tahun 2022

Lampiran 3. Perhitungan Efisiensi PLTS 2 MW Jakabaring

Lampiran 3.1. Perhitungan Efisiensi PLTS Tahun 2018

Lampiran 3.2. Perhitungan Efisiensi PLTS Tahun 2022

Lampiran 4. Perhitungan Efisiensi Penyulang Tarumanegara 2 MW Jakabaring

Lampiran 4.1. Perhitungan Efisiensi Penyulang Tarumanegara Tahun 2018

Lampiran 4.2. Perhitungan Efisiensi Penyulang Tarumanegara Tahun 2022

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan suatu energi yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Energi listrik yang berasal dari bahan bakar fosil pada saat ini semakin menipis. Maka dari itu untuk mengatasinya kita membutuhkan energi terbarukan. Upaya tersebut untuk meningkatkan pasokan energi demi kebutuhan yang semakin meningkat terutama energi listrik dengan menggunakan energi alternatif. Ada beberapa energi yang berasal dari alam dan dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif yang tidak menyebabkan polusi serta persediannya melimpah yang biasa dikenal dengan energi terbarukan. Energi terbarukan perlu dikembangkan secara nasional agar penggunaan energi tak terbarukan bisa dapat diminimalisir. Karena jika tidak segera dikembangkan maka akan terjadi ketidakstabilan dan berkurangnya sumber energi sekunder seperti gas dan minyak bumi. Polusi yang terjadi akibat dari produksi minyak dan gas tersebut juga dapat menyebabkan efek rumah kaca.

Untuk mengatasi hal tersebut maka beberapa ahli membuat terobosan baru dengan menggunakan energi terbarukan yang berguna untuk memenuhi kebutuhan listrik. Dalam hal ini perlu dilakukan pemanfaatan energi yang berasal dari alam untuk dijadikan energi listrik. Salah satu upaya yang dilakukan ialah dengan membangun sarana tenaga listrik yang berupa listrik tenaga surya (PLTS) [1]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber dengan cara mengkonversikan energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Keunggulan dari PLTS ialah mudah dipasang, ramah lingkungan, serta biaya pemeliharaannya cukup murah. PLTS yang terletak dikota Palembang ialah PLTS 2 MW Jakabaring.

PLTS di Jakabaring merupakan PLTS 2 MW yang dikembangkan oleh Perusahaan Daerah Pertambangan dan Energi (PDPDE) pada tanggal 19 mei 2019. Perusahaan tersebut akhirnya merubah nama dan status hukumnya menjadi PT. Sumsel Energi Gemilang (SEG). PLTS ini mempunyai kapasitas 2 MW dengan jumlah panel mencapai 5.248 panel. Sistem pengoperasian PLTS ini menggunakan

konfigurasi yang terhubung secara *On Grid* dengan PT.PLN (Persero). Dalam penelitian oleh Annisa Sakinah, Universitas Sriwijaya (2019) [2] melakukan analisa tentang pengoperasian yang ada pada PLTS dan menghitung besar efisiensi daya yang dihasilkan oleh PLTS tersebut.

Eka Meilia Suryanti dkk, Universitas Mataram (2014) [3] melakukan penelitian tentang spesifikasi yang ada pada PLTS dan melakukan analisis pada PLTS tersebut, dimana data tersebut dapat digunakan untuk melakukan evaluasi pada sistem PLTS tersebut. Maka disini penulis tertarik untuk mengevaluasi sistem kinerja yang ada pada PLTS Jakabaring dan menghitung efisiensi daya yang ada pada PLTS Jakabaring dan pada penyulang tarumanegara pada saat awal pengoperasian dan tahun terakhir beroperasi.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “ Evaluasi Sistem Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 MW Jakabaring Yang Tersalur Secara *On Grid* dengan PT. PLN (PERSERO) ”.

1.2. Rumusan Masalah

Pada PLTS 2 MW Jakabaring sistem kinerja pengoperasian yang secara *On Grid* tidak menggunakan baterai, penulis tertarik untuk menganalisa sistem kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 MW Jakabaring. Menganalisa dan mengevaluasi kapasitas daya minimal dan maksimal yang didapatkan dari kondisi hujan dan cerah yang dipengaruhi oleh kondisi cuaca lingkungan, radiasi matahari dan suhu panel. Menghitung besar efisiensi pada PLTS 2 MW Jakabaring dan Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring yang tersalur secara *On Grid* dengan PT.PLN (Persero).

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini ialah :

1. Menganalisa sistem kinerja pengoperasian PLTS 2 MW Jakabaring dan menghitung besar efisiensi daya yang dihasilkan PLTS 2 MW Jakabaring.

2. Menganalisa besar daya yang didapat dari PV Array yang dipengaruhi dari faktor suhu panel, cahaya matahari, serta cuaca lingkungan disana.
3. Menghitung efisiensi daya pada penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT.PLN (Persero) yang tersalur secara *On Grid* pada PLTS 2 MW.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini tidak membahas secara ekonomis.
2. Penelitian ini tidak membahas sistem pengontrolan dan proteksi pada PLTS 2 MW.
3. Penelitian ini tidak membahas penyusunan panel surya.
4. Penelitian ini hanya menggunakan data sekunder yang didapat dari PT. Sumsel Energi Gemilang (SEG) dan PT.PLN (Persero) pada bulan sekian.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penyusunan tugas akhir maka penyusunan akan dilakukan dengan sistematika penulisan. Adapun sistematika penulisan pada penulisan tugas akhir ini ialah :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah serta tujuan penelitian yang akan diteliti.

BAB II TINAJUAN PUSTAKA

Pada bab dua berisi tentang beberapa penjelasan atau pemaparan tentang sel surya, penjelasan mengenai pembangkit listrik tenaga surya dan rumus yang akan terhubung dengan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian tugas akhir ini yang didapat dari berbagai artikel, jurnal, internet, dan lainnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metode penelitian yang akan dilakukan, penggunaan rumus, serta tahapan dalam pembuatan tugas akhir dan pemaparan waktu dan lokasi untuk melaksanakan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang pembahasan dari analisa pengaruh dari faktor temperature, cuaca lingkungan, serta cahaya matahari dengan output yang didapatkan dari panel surya berdasarkan studi literatur dan observasi dilapangan dan melakukan perhitungan untuk mendapatkan besar efisiensi di PLTS dan Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring serta melakukan analisa pada penelitian tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan serta saran yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan dalam pembuatan tugas akhir dan juga beberapa hal yang perlu disampaikan ke pembaca tentang PLTS 2 MW Jakabaring.

BAB II

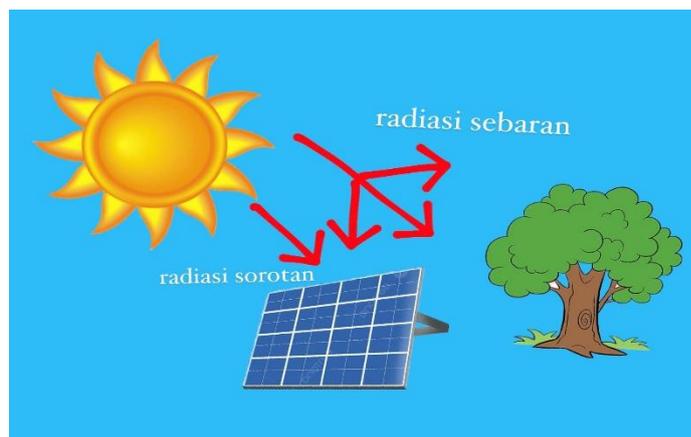
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Energi Matahari

Energi matahari merupakan energi yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Energi matahari berasal dari panas cahaya matahari yang jatuh ke permukaan bumi. Dan diketahui bahwa energi matahari tidak akan pernah habis dan dengan ini energi matahari dijadikan sumber energi alternatif yang dapat digunakan sebagai energi listrik.

2.1.1. Radiasi Matahari

Radiasi merupakan proses merambatnya energi cahaya matahari yang berbentuk gelombang elektromagnetik tanpa adanya sebuah zat perantara. Dengan kata lain yaitu sampainya energi cahaya atau panas dari matahari karena adanya proses radiasi matahari dengan kecepatan yang tinggi dan berbentuk gelombang. Indonesia adalah negara tropis yang potensi energi matahari yang besar dengan insolasi matahari rata-rata 4,5-4,8 KWh/m²/hari [4].



Gambar 2.1 Radiasi Matahari yang Jatuh ke Permukaan Bumi [4]

2.1.2. Kemiringan Sudut Pada Panel Surya

Kemiringan dari komponen sangat bergantung pada kondisi iklim, dikarenakan posisi matahari terhadap bumi sangat mempengaruhi dan selalu mengalami perubahan. Hal ini juga bergantung pada musim, karena itulah kemiringan yang paling baik itu ketika sesuai dengan *altituth* dan *azimuth* matahari [5].

Pengaturan pada saat meletakkan panel surya sangat diperlukan karena *sun latitude* akan mengalami perubahan setiap jam dalam sehari. Teknologi panel surya sendiri dibuat untuk mempermudah saat pemasangan serta pemeliharaan sehingga tidak memakan waktu yang cukup lama. Posisi pemasangan yang optimum tergantung pada lintang cuaca yang berlaku saat itu. Di Indonesia sendiri posisi yang dianjurkan miring menghadap kearah utara karena Indonesia berada pada posisi selatan bumi. Dalam lokasi pun perlu diperhatikan tempatnya agar berada pada tempat yang terbuka dan tidak terhalang sesuatu seperti bangunan yang tinggi.

2.2. Sel Surya

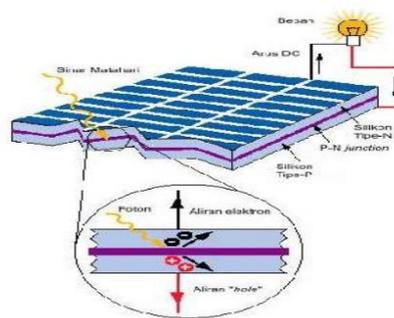
Sel *photovoltaic*, juga dikenal sebagai sel surya adalah komponen yang dapat mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Inovasi pada sel berbasis sinar matahari ini tidak mencemari udara, tidak berisik, tenang dan umumnya memiliki biaya perawatan yang rendah. Sebuah modul akan dibuat dengan menggabungkan sel surya. Modul mampu terhubung secara seri atau paralel agar menghasilkan arus dan tegangan yang sesuai dengan daya yang ideal. Berikut dibawah ini gambar dari susunan sel surya :



Gambar 2. 2. Hubungan Sel Surya, Solar Modul, Solar Panel, dan Solar Array [6].

2.2.1. Cara Kerja Photovoltaic

Cahaya matahari adalah cahaya yang terdiri dari partikel kecil biasa disebut foton. Ketika cahaya matahari menghantam, maka foton akan mengenai atom semikonduktor yang bisa menyebabkan energi yang lumayan besar dan bisa memisahkan elektron dari atomnya. Area semikonduktor mempunyai sifat negatif yang berperan sebagai pendonor elektron, area ini dinamakan semikonduktor *N-type* [5]. Sedangkan untuk area semikonduktor yang bersifat positif yang berperan sebagai penerima elektron disebut dengan semikonduktor *P-type*.



Gambar 2. 3. Prinsip Kerja Sel Surya [5].

2.2.2. Rangkaian Seri dan Paralel Sel Photovoltaic

Rangkaian pada *photovoltaic* dapat dirangkai secara seri maupun paralel. Pada saat kutub positif dan negatif menjadi satu rangkaian maka akan mengakibatkan kenaikan tegangan bila modul surya dihubungkan secara seri. Sebaliknya pada saat kutub positif dan negatif dihubungkan dengan modul surya yang dihubungkan secara paralel maka akan mengakibatkan kenaikan pada arus.

2.2.3. Jenis Bahan Produksi Sel Surya

Jenis-jenis bahan pembuatan sel surya, antara lain :

1. *Monocrystalline Silicone*

Merupakan tipe sel photovoltaic yang paling efektif untuk menyerap energi dari radiasi matahari sebesar 15% - 20%. Sel ini merupakan tipe yang paling mahal karena pembuatannya yang rumit namun sel tipe ini mempunyai waktu penggunaan yang lebih lama.



Gambar 2. 4. Sel *Monocrystalline Silicone* [7].

2. *Polycrystalline silicone*

Merupakan *photovoltaic* dengan efisiensi sekitar 12% dalam menyerap energi radiasi matahari. Sel ini terbuat dari lembaran silikon, baja tahan karat, keramik, kaca, dan berbagai serat kristal silikon. Biaya yang digunakan untuk membuat *Polycrystalline Silicon* lebih terjangkau jika dibandingkan dengan *Monocrystalline Silicon*.



Gambar 2. 5. Sel *Polycrystalline Silicone* [7].

3. *Thin film solar cell*

Merupakan sel photovoltaic yang paling tipis dan mudah untuk dibuat. Sel ini memiliki efisiensi sekitar 5-6%. Sel ini merupakan sel yang terbuat dari silikon dengan struktur lapisan yang tipis pada kristal sehingga sel yang didapat lebih tipis dari sel lainnya.



Gambar 2. 6. Sel *Thin film solar cell* [7].

2.2.4. Efisiensi Panel Surya

Daya puncak mempengaruhi efisiensi modul surya karena tegangan pada modul surya selalu berubah. Perhitungan pada efisiensi digunakan untuk mengetahui baik

atau tidaknya kinerja panel surya sekaligus untuk mengetahui kualitas dari panel surya apakah layak digunakan atau tidak. Efisiensi panel surya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti insolasi matahari, luas permukaan, dan daya keluaran yang dihasilkan [8]. Efisiensi dari panel surya dapat dihitung berdasarkan pengukuran sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana :

η = efisiensi Panel Surya (%)

P_{out} = daya output yang dihasilkan sel surya (Watt)

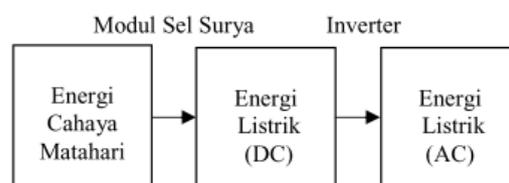
P_{in} = daya masukan yang dihasilkan sel surya (Watt)

2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan pembangkit tenaga listrik yang memanfaatkan energi cahaya matahari yang kemudian akan dikonversikan sehingga menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya. PLTS menghasilkan tegangan *Direct Current* (DC) yang dapat diubah menjadi tegangan *Alternative Current* (AC) dengan bantuan suatu komponen yang dinamakan *Inverter* [9].

2.3.1. Proses Konversi Sistem PLTS

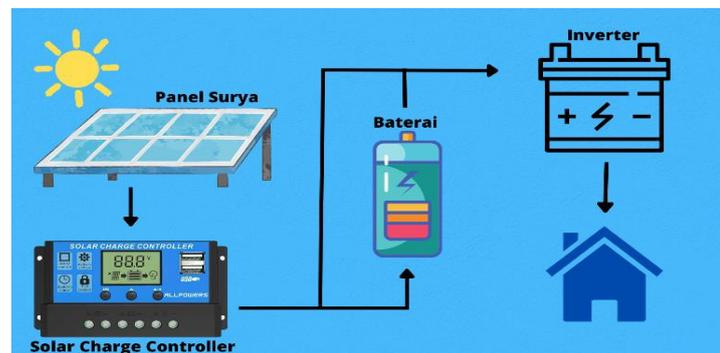
Proses atau pengkonversian cahaya matahari sehingga menjadi energi listrik ini terjadi karena adanya bahan yang menyusun *photovoltaic* yaitu semikonduktor. Pada semikonduktor terdiri atas dua jenis bahan yaitu *N-Type* dan *P-Type*. Berikut merupakan proses pengkonversian PLTS :



Gambar 2. 7. Konversi Pada PLTS [9].

2.3.2. PLTS *Off Grid*

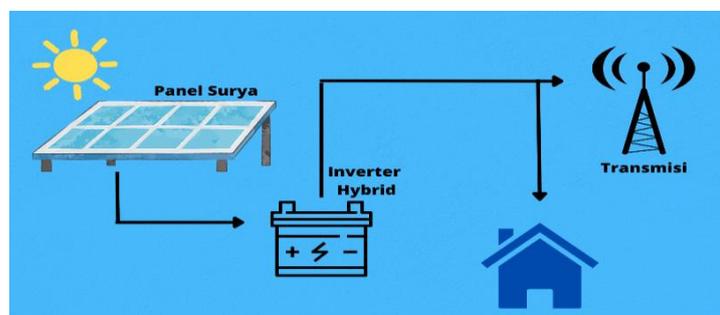
PLTS *Off Grid* adalah pembangkit tenaga surya yang dapat bekerja sendiri tanpa terhubung ke jaringan transmisi lain dan dapat menampung daya listrik menggunakan baterai. Setelah listrik didistribusikan ke baterai maka listrik tersebut akan disalurkan ke inverter untuk dikonversikan menjadi arus bolak-balik. Inverter yang digunakan merupakan inverter yang mempunyai teknologi berupa MPPT (*maximum power point tracker*) agar tidak ada daya berlebih yang disimpan dalam baterai [10].



Gambar 2. 8. Skema PLTS *Off Grid* [10].

2.3.3. PLTS *On Grid*

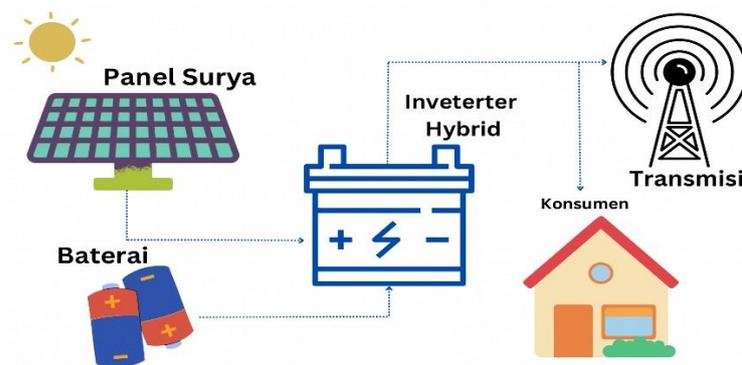
PLTS *On Grid* adalah pembangkit yang memerlukan suplai energi dari saluran transmisi lain untuk bias beroperasi. Dalam prosesnya, setelah listrik dihasilkan oleh panel surya berupa listrik DC akan langsung dikonversikan oleh inverter menjadi listrik AC agar dapat kembali disalurkan ke beban dan saluran transmisi yang terintegrasi dengan PLTS tersebut misalnya PLN.



Gambar 2. 9. Skema PLTS *On Grid* [10].

2.3.4. PLTS Hybrid

PLTS *Hybrid* adalah pembangkit tenaga surya yang sistem kelistrikannya bias diintegrasikan dengan sumber listrik lainnya, namun tetap dapat beroperasi apabila tidak ada suplai tersebut. Sama seperti sistem lainnya, panel surya menangkap cahaya matahari yang kemudian menjadi listrik AC dengan bantuan inverter. Jika terdapat kelebihan daya yang dihasilkan oleh panel surya, daya tersebut akan dialihkan dan ditampung dalam baterai, kemudian diteruskan ke jaringan distribusi lainnya.



Gambar 2. 10. Skema PLTS Hybrid [10].

2.4. Menentukan Efisiensi pada PLTS

Efisiensi pada PLTS merupakan ukuran daya output dari daya panel surya yang dihasilkan dibandingkan daya listrik yang mampu dihasilkan berdasarkan spesifikasi. Semakin tinggi efisiensi yang dihasilkan panel surya maka semakin besar daya yang diperoleh oleh panel tersebut. Untuk menghitung efisiensi pada panel tersebut maka diperlukan beberapa rumus, antara lain :

1. Menentukan Daya Maksimum [6] :

$$P_{max} = V_{mp} \times I_{mp} \quad (2. 2)$$

Dimana : P_{max} = daya keluaran maksimum (Watt)

V_{mp} = tegangan maksimum (Volt)

I_{mp} = arus maksimum (Ampere)

2. Menghitung Daya Seluruh Panel [6] :

$$P_{out} = P_{max} \times n \quad (2.3)$$

Dimana : P_{out} = daya yang dihasilkan PLTS (Watt)

P_{max} = daya keluaran maksimum (Watt)

n = jumlah modul surya

2.5. Combiner Box

Combiner box merupakan suatu tempat dimana pada *photovoltaic array* tersambung secara elektrik dan pada produksi yang dibutuhkan dapat ditempatkan di satu tempat. *Combiner box* mempunyai fungsi sebagai tempat pelindung dari PV yang didalamnya berisi CB dan fuse serta tempat untuk mencampurkan arus pada listrik dari panel sebelum arus tersebut diteruskan ke *inverter* dan *converter*.

2.6 Converter

Converter merupakan alat pada sistem tenaga listrik yang digunakan untuk mengkonversi energi listrik atau mengubah rangkain arus tertentu [11]. Jenis konversi daya yang terpenting digunakan pada PLTS ialah inverter. *Converter* sendiri dapat menjadikan kinerja suatu komponen lebih efisien.

2.7 Inverter

Pada PLTS inverter merupakan bagian terpenting. *Inverter* merupakan komponen yang sama pentingnya dengan modul surya dimana *inverter* berfungsi sebagai pengubah arus yang dihasilkan oleh modul surya berupa arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Begitu pula dengan tegangan yang dihasilkan berupa tegangan DC yang akan diubah oleh *inverter* menjadi tegangan AC.

2.7.1 Jenis-Jenis Inverter

Ada beberapa jenis *inverter*, yaitu sebagai berikut [13]:

1. Berdasarkan banyaknya fasa :
 - a. *Inverter* satu fasa, adalah inverter yang memiliki keluaran satu fasa dan biasanya digunakan pada rumah-rumah.
 - b. *Inverter* tiga fasa, adalah inverter yang memiliki keluaran 3 fasa dan biasanya digunakan pada industry besar.

2. Berdasarkan cara pengaturan tegangan :
 - a. *Voltage Fed Inverter (VFI)*, adalah inverter yang memiliki tegangan input yang dapat diatur secara konstan.
 - b. *Current Fed Inverter (CFI)*, adalah inverter yang memiliki tegangan input yang dapat diatur secara bebas sesuai dengan kebutuhan.
 - c. *Variable DC Linked Inverter*, adalah inverter yang memiliki arus input dan dapat diatur secara konstan.

3. Berdasarkan bentuk gelombang keluarannya :
 - a. *Pure Sine Wave Inverter*, adalah inverter yang memiliki kualitas paling bagus karena dapat menghasilkan gelombang yang murni.
 - b. *Sine Wave Modified Inverter*, adalah inverter yang menghasilkan gelombang dengan bentuk kotak, namun tingkat efisiensinya masi cukup rendah.
 - c. *Square Wave Inverter*, adalah inverter yang paling sederhana dan menghasilkan keluaran gelombang yang berbentuk kotak, tetapi inverter ini menghasilkan tegangan yang sangat rendah.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di PLTS 2 MW Jakabaring, Palembang. PLTS Jakabaring terletak di Kecamatan Jakabaring, Kota Palembang dan Provinsi Sumatera Selatan. Letak geografis PLTS 2 MW Jakabaring terletak pada ketinggian 8000 mm dari permukaan air laut. Berikut gambar di PLTS 2 MW Jakabaring dibawah ini :



Gambar 3. 1. Lokasi PLTS 2 MW Jakabaring

3.2. Waktu Pelaksanaan

Waktu Pelaksanaan untuk penulisan skripsi, menentukan penelitian, serta pengambilan data-data, pengolahan data, dan analisa serta kesimpulan yang dimulai pada bulan Agustus 2022 sampai selesai.

Tabel 3. 1. Waktu Pelaksanaan

| No. | Uraian Kegiatan Penelitian | Jadwal Penelitian | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--|
| | | Agus 2022 | Sep 2022 | Okt 2022 | Nov 2022 | Des 2022 | Jan 2023 | Feb 2023 | Mar 2023 | Apr 2023 | Mei 2023 | Juni 2023 | |
| 1 | Studi Literatur | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Penentuan Topik | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Penulisan Proposal | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Seminar Proposal | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Pengambilan Data | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Pengolahan Data | | | | | | | | | | | | |

3.3. Luas Wilayah

Luas pada kota Palembang sendiri adalah sebesar 358,55 Km² dengan tinggi rata-rata 8000 mm dari permukaan bawah laut. Wilayah pada Jakabaring mempunyai luas sebesar 1386,45 hektar dengan luas lahan yang digunakan untuk PLTS 2 MW Jakabaring sebesar 2,5 hektar.

3.4. Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan studi literature dari berbagai jurnal, buku, serta artikel yang berkaitan dengan penelitian ini. Tujuan dari studi literature ini adalah agar

dapat membantu memahami penelitian yang akan dilakukan hingga penelitian ini dapat terselesaikan. Studi literature berupa hal yang mempelajari tentang sel surya, pembangkit listrik tenaga surya, serta mengetahui bagaimana perhitungan dalam efisiensi pada PLTS dan penyulang.

Selanjutnya adalah persiapan, pada persiapan ini penulis melakukan observasi awal untuk mendapatkan data-data yang diperoleh dari PLTS 2 MW Jakabaring serta PT. PLN (Persero). Menganalisa suhu panel, daya maksimal dan minimal berdasarkan kondisi cuaca di PLTS 2 MW Jakabaring, serta radiasi matahari. Setelah itu, menganalisa bagaimana cara pengoperasian PLTS 2 MW Jakabaring sehingga dapat menghasilkan daya keluaran PLTS 2 MW Jakabaring dan penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT.PLN (Persero) dengan menggunakan rumus-rumus yang berkaitan dengan data yang ada.

Setelah mendapatkan perhitungan efisiensi tersebut baru penulis bisa menganalisa dan menghitung berapa besar efisiensi daya oleh panel surya yang ada pada PLTS 2 MW Jakabaring dan efisiensi daya penggunaan penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT. PLN (Persero) yang keduanya terhubung secara *On Grid* dengan PLTS Jakabaring.

3.5. Spesifikasi Peralatan

Pada PLTS ini terdapat beberapa peralatan yang digunakan, antara lain :

3.5.1. Spesifikasi Photovoltaic Module PLTS 2 MW Jakabaring

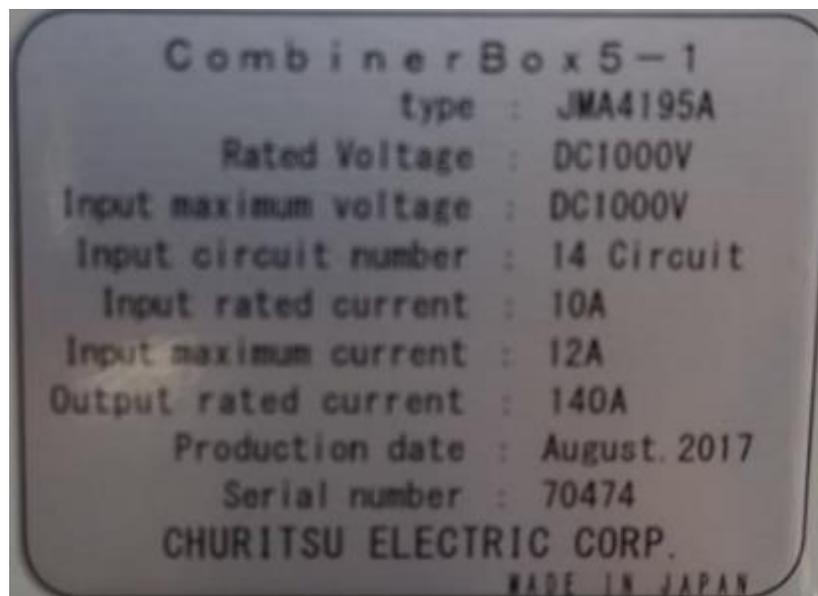


Gambar 3. 2. Data Name Plate Photovoltaic Module PLTS 2 MW Jakabaring

Tabel 3. 2. Spesifikasi Photovoltaic Module PLTS 2 MW Jakabaring

| Photovoltaic Module | Spesifikasi |
|--------------------------------------|--------------------|
| Model | ND-AH 315 |
| Maximum Power (Pmax) | 315 W |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 45,6 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 9,08 A |
| Voltage at Point of Max Power (Vmpp) | 37,2 V |
| Current at Point of Max Power (Impp) | 8,47 A |
| Panel Efficiency | 16.2 % |
| Power Tolerance | + 5 % |
| Operating Temperature Range | -40~85°C |
| Panel Dimension | 1956 x 992 x 40 mm |
| Berat | 22,5 Kg |

3.5.2. Spesifikasi Combiner Box PLTS 2 MW Jakabaring

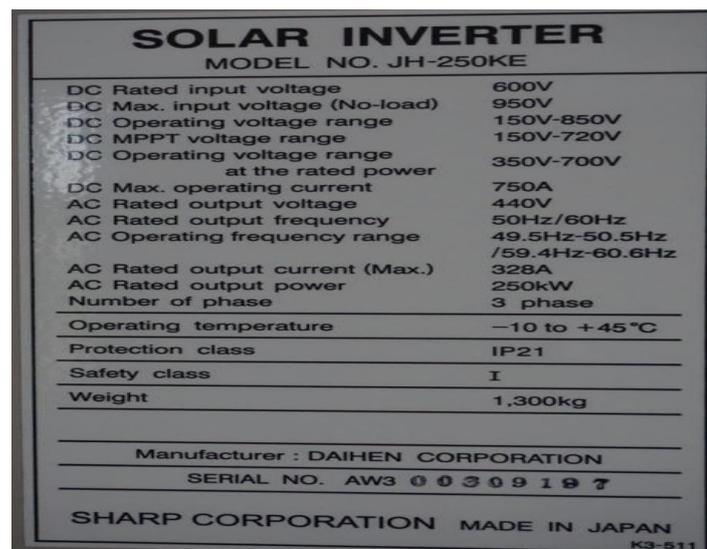


Gambar 3. 3. Nameplate combiner box PLTS 2 MW Jakabaring

Tabel 3. 3. Spesifikasi Combiner Box PLTS 2 MW Jakabaring

| Combiner Box | Spesifikasi |
|-----------------------|--------------|
| Type | JMA4185A |
| Rated Voltage | DC1000V |
| Input Maximum Voltage | DC1000V |
| Input Circuit Number | 14 circuit |
| Input rated current | 10 A |
| Input maximum current | 12 A |
| Output rated current | 140 A |
| Production date | Agustus 2017 |
| Serial number | 70474 |

3.5.3. Spesifikasi Inverter



| SOLAR INVERTER | |
|---|-------------------------------|
| MODEL NO. JH-250KE | |
| DC Rated input voltage | 600V |
| DC Max. input voltage (No-load) | 950V |
| DC Operating voltage range | 150V-850V |
| DC MPPT voltage range | 150V-720V |
| DC Operating voltage range at the rated power | 350V-700V |
| DC Max. operating current | 750A |
| AC Rated output voltage | 440V |
| AC Rated output frequency | 50Hz/60Hz |
| AC Operating frequency range | 49.5Hz-50.5Hz / 59.4Hz-60.6Hz |
| AC Rated output current (Max.) | 328A |
| AC Rated output power | 250kW |
| Number of phase | 3 phase |
| Operating temperature | -10 to +45°C |
| Protection class | IP21 |
| Safety class | I |
| Weight | 1,300kg |
| Manufacturer : DAIHEN CORPORATION | |
| SERIAL NO. AW3 00309197 | |
| SHARP CORPORATION MADE IN JAPAN | |
| K3-511 | |

Gambar 3. 4. Name Plate inverter PLTS 2 MW Jakabaring

Tabel 3. 4. Spesifikasi Inverter PLTS 2 MW Jakabaring

| Input | |
|---|---------------|
| DC rated input voltage | 600 V |
| DC max input voltage (No Load) | 950 V |
| DC operating voltage range | 150 V – 850 V |
| DC MPPT voltage range | 150 V – 720 V |
| DC operating voltage range at the rated power | 350 V – 700 V |
| DC max operating current | 750 A |

3.6. Prosedur Penelitian

Proses dari penelitian yang akan dilakukan pada tugas akhir ini, yaitu :

1. Mengambil data pada komponen yang ada pada PLTS 2 MW Jakabaring.
2. Mengambil data SCADA yaitu data : suhu panel, kondisi cuaca, radiasi matahari, serta daya keluaran dihasilkan pada tahun 2018 dan 2022.
3. Mengambil data pada penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT. PLN (Persero) pada tahun 2018 dan 2022.
4. Setelah data-data tersebut didapatkan, maka dapat dilakukan proses analisa bahwa kondisi cuaca, suhu panel, dan radiasi matahari dapat mempengaruhi besar daya yang dihasilkan oleh PLTS. Serta menganalisa bagaimana cara pengoperasian sistem pada PLTS dan mengevaluasi efisiensi pada PLTS dan PT. PLN (Persero).
5. Setelah itu, data dari hasil perhitungan serta analisa yang telah didapat kemudian bias menentukan kesimpulan dan saran.

3.7 Teknik Pengambilan Data

Pada penelitian ini ada beberapa data yang diperlukan, antara lain data komponen, suhu, radiasi matahari, dan daya keluaran PLTS Jakabaring yang ada pada penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT. PLN (Persero) yang bisa didapat dari PDPDE dan PT. PLN (Persero).

3.8 Teknik Pengolahan Data dan Analisa

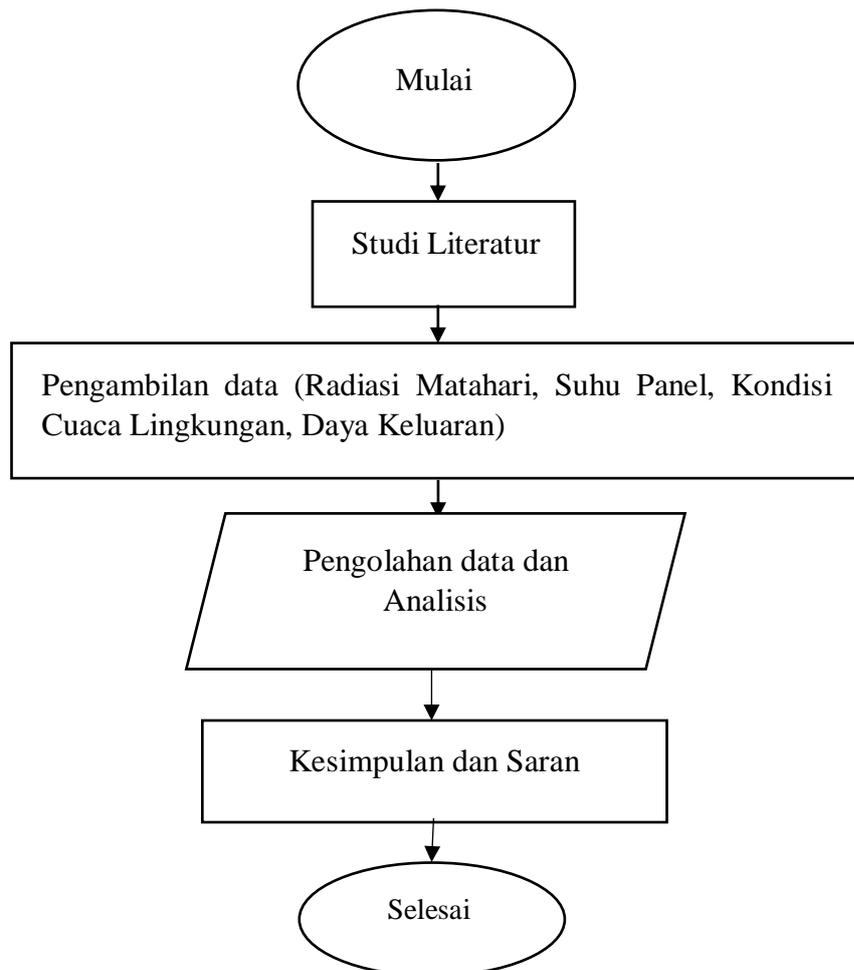
Dari ruang lingkup yang telah dijelaskan pada BAB 1, maka didapatkan penyajian hasil data akan ditampilkan terlebih dahulu besarnya suhu dan radiasi matahari pada Jakabaring, dan pada kondisi cuaca Jakabaring. Besar daya yang dihasilkan oleh panel surya PLTS 2 MW Jakabaring dan besar penggunaan daya pada penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring.

Menganalisa daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh suhu, radiasi matahari, serta kondisi cuaca. Menghitung dan mengevaluasi besar efisiensi daya yang dihasilkan

PLTS Jakabaring dan penggunaan daya pada penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring dengan berdasarkan rumus.

Semua data yang telah dihitung dan didapat akan disajikan dalam sebuah tabel. Setelah itu, agar dapat memudahkan pembaca maka akan disajikan menjadi diagram grafik serta garis untuk selanjutnya dapat dianalisa.

3.9 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 5. Diagram Air (FlowChart)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Radiasi Matahari di PLTS 2 MW Jakabaring pada Bulan Januari 2022

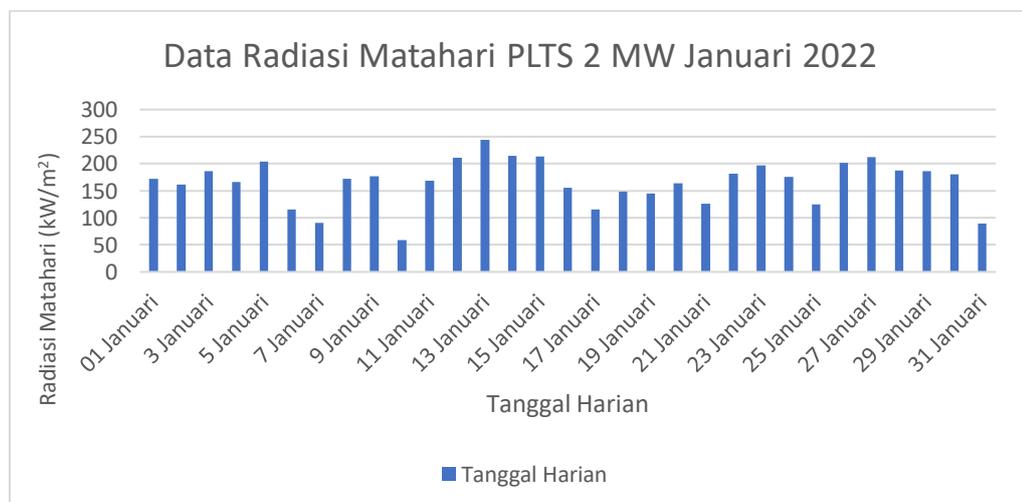
Nilai matahari yang ada pada PLTS 2 MW Jakabaring mempunyai peran yang sangat penting untuk mengetahui kapasitas daya yang dapat dihasilkan oleh panel surya tersebut. Berikut hasil data yang yang didapatkan dari SCADA kemudian diperoleh data radiasi matahari daerah PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022.

Tabel 4. 1. Radiasi Matahari harian PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022

| Tanggal | Rata- Rata Radiasi Matahari (kWh/m²) |
|----------------|--|
| 1 Januari | 172,1 |
| 2 Januari | 161,61 |
| 3 Januari | 185,95 |
| 4 Januari | 166,28 |
| 5 Januari | 203,48 |
| 6 Januari | 115,58 |
| 7 Januari | 91,04 |
| 8 Januari | 171,84 |
| 9 Januari | 176,58 |
| 10 Januari | 58,18 |
| 11 Januari | 169,08 |
| 12 Januari | 210,41 |
| 13 Januari | 243,88 |
| 14 Januari | 214,33 |
| 15 Januari | 212,76 |
| 16 Januari | 155,48 |
| 17 Januari | 115,66 |
| 18 Januari | 148,91 |

| Tanggal | Rata- Rata Radiasi Matahari (kWh/m ²) |
|------------|--|
| 19 Januari | 145,37 |
| 20 Januari | 164,10 |
| 21 Januari | 126,37 |
| 22 Januari | 181,32 |
| 23 Januari | 196,72 |
| 24 Januari | 175,12 |
| 25 Januari | 124,72 |
| 26 Januari | 201,87 |
| 27 Januari | 212,50 |
| 28 Januari | 187,67 |
| 29 Januari | 185,92 |
| 30 Januari | 180,31 |
| 31 Januari | 88,85 |
| Rata-Rata | 165,92 |
| Terendah | 58,18 |
| Tertinggi | 243,88 |

Dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa hasil grafik dari data radiasi matahari PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022 dapat dilihat pada grafik yang ada dibawah ini, sebagai berikut :



Gambar 4. 1. Grafik Data Radiasi Matahari PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022

Dari grafik tersebut, dapat diketahui bahwa radiasi matahari pada PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022 dengan radiasi terendah terjadi pada tanggal 10 Januari 2022, sebesar 58,18 kWh/m². Sedangkan radiasi terbesar terjadi pada tanggal 13 Januari 2022, sebesar 243,88 kWh/m².

4.2 Suhu Panel di PLTS 2 MW Jakabaring pada Bulan Januari 2022

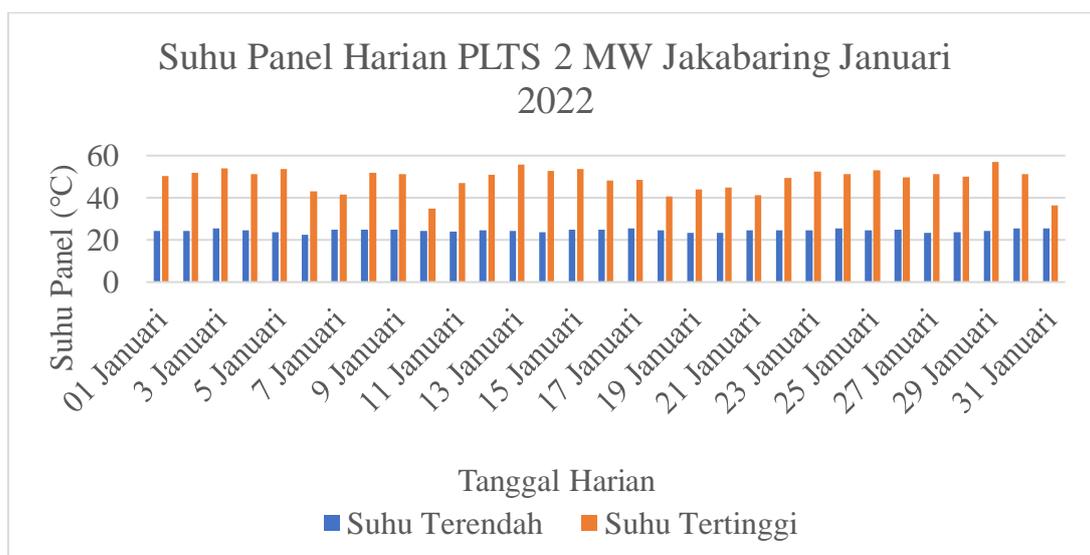
Suhu panel juga mempengaruhi dari pengoperasian panel surya. Data suhu (°C) untuk wilayah PLTS 2 MW Jakabaring bulan Januari 2022 dapat dilihat dari data tabel dibawah ini :

Tabel 4. 2. Suhu Panel di PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022

| Tanggal | Rata-Rata Suhu Terendah (°C) | Rata-Rata Suhu Tertinggi (°C) |
|----------------|---|--|
| 1 Januari | 24,33 | 50,25 |
| 2 Januari | 24,27 | 51,68 |
| 3 Januari | 25,48 | 54,05 |
| 4 Januari | 24,58 | 51,31 |
| 5 Januari | 23,74 | 53,49 |
| 6 Januari | 22,56 | 42,91 |
| 7 Januari | 24,72 | 41,51 |
| 8 Januari | 24,84 | 51,93 |
| 9 Januari | 24,91 | 51,36 |
| 10 Januari | 24,31 | 34,95 |
| 11 Januari | 23,95 | 46,84 |
| 12 Januari | 24,46 | 50,84 |
| 13 Januari | 24,12 | 55,83 |
| 14 Januari | 23,79 | 52,76 |
| 15 Januari | 24,98 | 53,49 |
| 16 Januari | 24,75 | 48,13 |

| Tanggal | Rata-Rata Suhu Terendah (°C) | Rata-Rata Suhu Tertinggi (°C) |
|------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 17 Januari | 25,38 | 48,37 |
| 18 Januari | 24,65 | 40,7 |
| 19 Januari | 23,48 | 43,91 |
| 20 Januari | 23,22 | 44,72 |
| 21 Januari | 24,45 | 41,26 |
| 22 Januari | 24,42 | 49,33 |
| 23 Januari | 24,57 | 52,42 |
| 24 Januari | 25,49 | 51,36 |
| 25 Januari | 24,64 | 53,18 |
| 26 Januari | 24,99 | 49,74 |
| 27 Januari | 23,24 | 51,15 |
| 28 Januari | 23,64 | 49,86 |
| 29 Januari | 24,19 | 56,92 |
| 30 Januari | 25,53 | 51,18 |
| 31 Januari | 25,39 | 36,39 |
| Terendah | 22,56 | - |
| Tertinggi | - | 56,92 |

Dari tabel diatas, maka dapat dilihat grafik dari suhu panel di PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022, sebagai berikut :



Gambar 4. 2. Data Grafik Suhu Panel harian PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022

Dari grafik tersebut, pada bulan Januari 2022 pada PLTS 2 MW Jakabaring suhu panel terendah terjadi pada tanggal 6 Januari 2022 yaitu 22,56°C, sedangkan suhu panel tertinggi terjadi pada tanggal 29 Januari 2022 yaitu 56,92°C.

4.3 Analisa Pengaruh Suhu, Radiasi Matahari, dan Kondisi Cuaca Lingkungan Terhadap Daya (P_{out}) yang dihasilkan PLTS 2 MW Jakabaring

Berdasarkan data SCADA pada PLTS 2 MW Jakabaring pada bulan Januari 2022, antara lain :

Tabel 4. 3. Pout PV Array Saat Kondisi Cuaca Cerah tanggal 29 Januari 2022

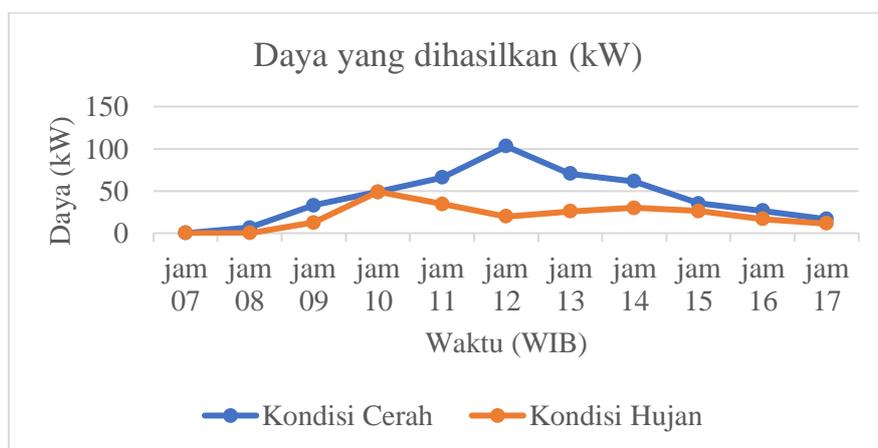
| Waktu (WIB) | P_{out} (kW) | Suhu Panel (°C) | Radiasi Matahari (kW/m²) | Kondisi Cuaca |
|--------------------|----------------------------------|------------------------|--|----------------------|
| 07.00 | 0,00 | 24,19 | 13,67 | Cerah |
| 08.00 | 6,47 | 27,27 | 54,5 | Cerah |
| 09.00 | 32,94 | 35,35 | 148,38 | Cerah |
| 10.00 | 48,77 | 41,92 | 202,96 | Cerah |
| 11.00 | 65,78 | 47,68 | 270,67 | Cerah |
| 12.00 | 102,88 | 56,92 | 442,63 | Cerah |
| 13.00 | 70,48 | 52,49 | 290,83 | Cerah |
| 14.00 | 61,40 | 50,45 | 258,33 | Cerah |
| 15.00 | 35,50 | 42,91 | 154,88 | Cerah |
| 16.00 | 26,78 | 39,76 | 122,79 | Cerah |
| 17.00 | 16,86 | 37,79 | 85,5 | Cerah |

Sedangkan data yang dihasilkan pada saat hujan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 4. Pout PV Array Saat Kondisi Cuaca Hujan tanggal 31 Januari 2022

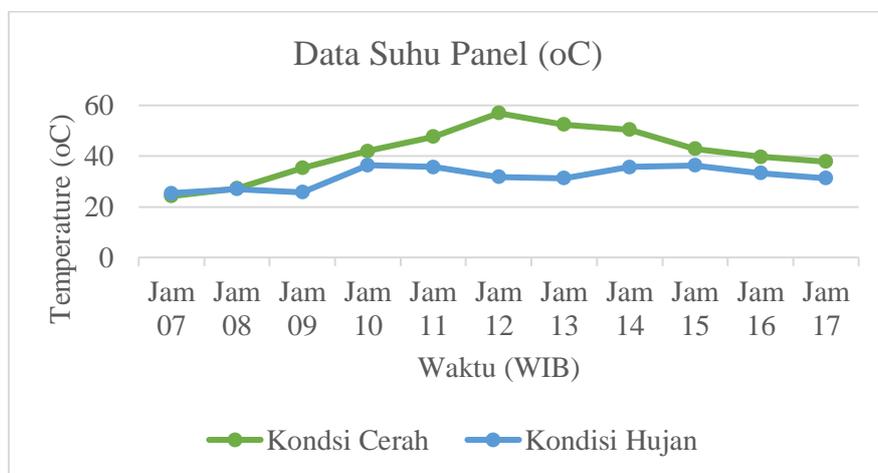
| Waktu (WIB) | P _{out} (kW) | Suhu Panel (°C) | Radiasi Matahari (kW/m ²) | Kondisi Cuaca |
|-------------|-----------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------|
| 07.00 | 0,00 | 25,39 | 7,71 | Hujan |
| 08.00 | 0,00 | 27,04 | 16,71 | Hujan |
| 09.00 | 12,54 | 25,79 | 66,96 | Hujan |
| 10.00 | 49,08 | 36,39 | 202,83 | Hujan |
| 11.00 | 34,56 | 35,64 | 139,21 | Hujan |
| 12.00 | 19,83 | 31,73 | 82,83 | Hujan |
| 13.00 | 26,03 | 31,3 | 106,33 | Hujan |
| 14.00 | 29,95 | 35,71 | 121,42 | Hujan |
| 15.00 | 26,08 | 36,3 | 106,04 | Hujan |
| 16.00 | 16,63 | 33,23 | 72,83 | Hujan |
| 17.00 | 11,33 | 31,34 | 54,54 | Hujan |

Dari tabel diatas, maka kita bias dapatkan grafik dari pengaruh kondisi cuaca lingkungan, suhu, dan radiasi matahari terhadap daya keluaran yang dihasilkan PLTS 2 MW Jakabaring. Grafik tersebut dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini :



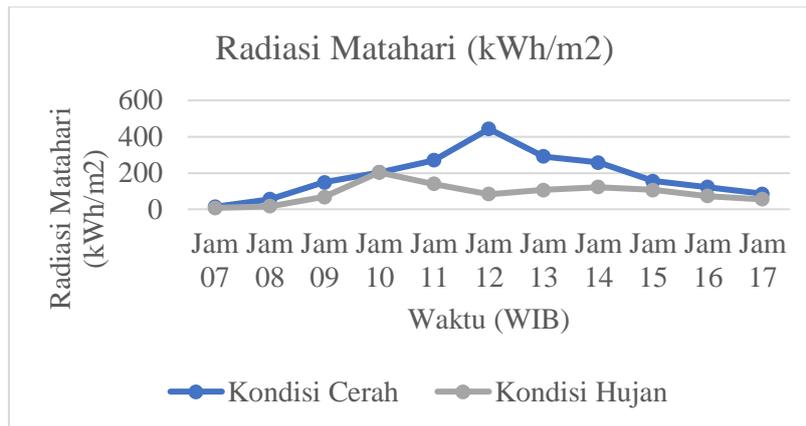
Gambar 4. 3. Grafik Daya pada saat Kondisi Cuaca Cerah dan Hujan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada saat kondisi cuaca cerah daya yang dihasilkan lebih maksimal dibandingkan ketika cuaca hujan. Ketika kondisi cerah daya maksimal yang dihasilkan pada jam 12.00 WIB yaitu 102,88 kW sedangkan pada saat kondisi hujan daya maksimal yang dihasilkan pada jam 10.00 WIB sebesar 49,08 kW. Hal ini dapat disebabkan karena pengaruh dari radiasi matahari dan suhu panel. Ketika kondisi cerah kondisi awan tidak menutupi cahaya matahari sedangkan ketika kondisi hujan awan menutupi cahaya matahari sehingga daya yang diserap tidak maksimal. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kondisi cuaca lingkungan dapat mempengaruhi besarnya daya yang dihasilkan oleh panel surya yang saling berkaitan dengan faktor pengaruh dari radiasi matahari dan suhu panel.



Gambar 4. 4. Grafik Suhu Panel pada saat Kondisi Cerah dan Hujan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada saat kondisi cerah suhu panel lebih mengalami peningkatan jika dibandingkan pada saat kondisi hujan. Pada saat kondisi cerah dijam 12.00 WIB suhu maksimal pada panel sebesar 56,92°C sedangkan pada saat kondisi hujan dijam 10.00 WIB suhu maksimal pada panel sebesar 36,39°C. Suhu panel mengalami penurunan dari pukul 15.00 hingga 17.00 dikarenakan pada sore hari radiasi matahari yang diperoleh kembali menjadi rendah karena pergerakan matahari yang akan kembali tenggelam sehingga radiasi matahari yang diperoleh mendekati nilai radiasi matahari di pagi hari. Kemudian pada saat kondisi hujan suhu mengalami peningkatan dan penurunan secara tidak konstan karena intensitas radiasi matahari yang sampai ke permukaan panel surya kurang maksimal karena cahaya matahari tertutup oleh awan. Hal ini membuktikan bahwa tidak hanya suhu panel yang mempengaruhi besar daya yang dihasilkan tetapi ada faktor lain yaitu radiasi matahari.



Gambar 4. 5. Grafik Radiasi Matahari pada saat kondisi Cerah dan Hujan

Grafik diatas menunjukkan bahwa pada saat kondisi cerah radiasi matahari lebih tinggi dibandingkan pada saat kondisi hujan. Pada grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi radiasi matahari maka daya yang dihasilkan akan semakin besar sehingga pengaruh radiasi matahari sangat memengaruhi daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya. Salah satunya terjadi pada jam 12.00 WIB pada saat kondisi cerah dengan radiasi matahari sebesar 442,63 kWh/m² dengan menghasilkan daya sebesar 102,88 kW. Sedangkan, pada kondisi hujan radiasi tertinggi terjadi pada jam 10.00 WIB radiasi matahari yang dihasilkan sebesar 202,83 kWh/m² dengan menghasilkan daya 49,08 kW. Hal ini dapat disebabkan karena cahaya matahari yang diserap oleh panel surya lebih besar ketika kondisi cerah karena matahari memancarkan sinar secara langsung sehingga dapat diserap oleh permukaan panel secara maksimal, sedangkan ketika kondisi hujan cuaca akan mengalami mendung dan awan menutupi cahaya matahari yang diserap ke permukaan panel sehingga daya yang dihasilkan tidak maksimal. Maka dapat dikatakan bahwa radiasi matahari memiliki pengaruh yang besar terhadap daya keluaran yang dihasilkan panel surya.

4.4 Konfigurasi Sistem Pengoperasian di PLTS 2 MW Jakabaring

Proses pembangkitan PLTS 2 MW Jakabaring diawali dengan panel surya yang menyerap energi dari matahari dan setelah itu akan diproses serta diproses menjadi energi listrik searah (DC). Energi tersebut akan dikumpulkan dan tersimpan didalam combiner box, kemudian akan disalurkan kedalam DC Chopper. DC chopper sendiri memiliki fungsi yang sama dengan trafo yaitu menaikkan tegangan kemudian akan disalurkan ke Inverter. Kegunaan DC chopper pada inverter ialah ketika daya yang

masuk sebesar 10 kW, namun apabila daya yang masuk kurang dari 10 kW inverter sendiri tidak akan bekerja dan akan dalam posisi *Off Grid*.

4.5 Kapasitas PLTS 2 MW Jakabaring

Kapasitas yang dihasilkan oleh modul surya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kondisi cuaca lingkungan, radiasi matahari, dan suhu panel yang mengakibatkan daya output pada panel surya tidak menentu dengan keadaan yang ada di lapangan. PLTS 2 MW Jakabaring sendiri memiliki 5248 modul surya yang mempunyai kapasitas 315 Watt per unitnya.

Pertama menentukan besar dari tegangan pada tiap panel, dengan menggunakan rumus berikut :

$$V_{mp \text{ panel}} = V_{mp} \times n_{seri} \quad (4. 1)$$

Dimana : $V_{mp \text{ panel}}$ = jumlah tegangan panel surya (Volt)

V_{mp} = tegangan pada spesifikasi panel surya (Volt)

n_{seri} = jumlah panel yang dipasang secara seri

Kemudian menentukan arus pada tiap panel :

$$I_{mp \text{ panel}} = I_{mp} \times n_{paralel} \quad (4. 2)$$

Dimana : $I_{mp \text{ panel}}$ = jumlah arus panel surya (Ampere)

I_{mp} = arus pada spesifikasi panel surya (Ampere)

$n_{paralel}$ = jumlah panel yang dipasang secara paralel

Maka didapatkan perhitungan pada satu panel surya yang terdiri dari 16 Seri dan 2 Paralel sebagai berikut :

a. $V_{mp \text{ panel}} = V_{mp} \times 16 \text{ seri}$

$$V_{mp \text{ panel}} = 37,2 \text{ V} \times 16 \text{ seri}$$

$$V_{mp \text{ panel}} = 595,2 \text{ Volt}$$

b. $I_{mp \text{ panel}} = I_{mp} \times 2 \text{ Paralel}$

$$I_{mp\ panel} = 8,47\ A \times 2\ Paralel$$

$$I_{mp\ panel} = 16,94\ Ampere$$

Setelah nilai arus pada panel didapat, maka dapat diketahui besar arus pada combiner box :

$$I_{CB} = I_{mp\ panel} \times n_{paralel} \quad (4.3)$$

Dimana : I_{CB} = arus pada combiner box (Ampere)

$I_{mp\ panel}$ = jumlah arus panel surya (Ampere)

$n_{paralel}$ = jumlah panel surya yang dipasang paralel

Maka dari rumus diatas, didapatkan perhitungan pada combiner box dengan 7 paralel dan 6,5 paralel sebagai berikut :

Untuk combiner box yang mempunyai 7 paralel :

$$I_{CB} = I_{mp\ panel} \times 7\ paralel$$

$$I_{CB} = 16,94\ A \times 7\ paralel$$

$$I_{CB} = 118,58\ Ampere$$

Untuk combiner box yang mempunyai 6,5 paralel :

$$I_{CB} = I_{mp\ panel} \times 6,5\ paralel$$

$$I_{CB} = 16,94\ A \times 6,5\ paralel$$

$$I_{CB} = 110,11\ Ampere$$

Setelah itu, untuk menghitung daya yang dihasilkan pada tiap combiner box dapat menggunakan rumus :

$$P_{mp} = V_{mp} \times I_{mp} \quad (4.4)$$

Dimana : P_{mp} = daya keluaran maksimum (Watt)

V_{mp} = tegangan maksimum (Volt)

I_{mp} = arus maksimum (Ampere)

Sehingga dapat dilakukan perhitungan daya yang dihasilkan oleh tiap combiner box sebagai berikut :

Combiner box 1-1

$$P_{mp} = V_{mp} \times I_{mp}$$

$$P_{mp} = 595,2 \text{ V} \times 118,58 \text{ A} = 70578,81 \text{ W}$$

Combiner box 1-2

$$P_{mp} = V_{mp} \times I_{mp}$$

$$P_{mp} = 595,2 \text{ V} \times 118,58 \text{ A} = 70578,81 \text{ W}$$

Combiner boc 1-3

$$P_{mp} = V_{mp} \times I_{mp}$$

$$P_{mp} = 595,2 \text{ V} \times 110,11 \text{ A} = 65537,47 \text{ W}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat dihitung daya keluaran dari panel surya ke inverter sebagai berikut :

$$P_{tot} = 70578,81 + 70578,81 + 65537,47$$

$$P_{tot} = 206695,09 \text{ W}$$

$$P_{tot} = 206,69 \text{ Kw}$$

Jadi perhitungan daya maksimum yang mengalir ke 1 inverter sebesar 206,69 kW. Karena besar daya yang mampu dibangkitkan oleh inverter berdasarkan dari spesifikasinya sebesar 250 kW, maka dapat dinyatakan bahwa inverter yang ada pada PLTS Jakabaring sendiri dapat membangkitkan kapasitas daya yang dihasilkan oleh PLTS Jakabaring. Sehingga jika dikalikan dengan jumlah inverter yang ada pada PLTS dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$P_{out} \text{ keseluruhan} = P_{tot} \times n_{inverter} \quad (4.5)$$

Dimana : $P_{out} \text{ keseluruhan}$ = jumlah daya output keseluruhan (Watt)

P_{tot} = daya total yang dihasilkan (Watt)

$n_{inverter}$ = jumlah unit inverter

Maka didapatkan perhitungan sebagai berikut :

$$P_{out\text{ keseluruhan}} = 206,69 \times 8 \text{ unit inverter}$$

$$= 1653,52 \text{ kW}$$

Jadi, besar daya maksimal yang dihasilkan oleh panel surya PLTS 2 MW Jakabaring sebesar 1653,52 kW.

4.6 Efisiensi Daya Output PLTS 2 MW Jakabaring dan Efisiensi Daya Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT. PLN (Persero)

4.6.1 Data P_{out} PLTS Tahunan PLTS 2 MW Jakabaring

Data dibawah ini didapatkan dari data SCADA pada PLTS 2 MW Jakabaring pada tahun 2018 dan 2022, maka didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4. 5. Data Pout PLTS Jakabaring Tahun 2018

| Jam | Rata- Rata P_{out} (kW) |
|-------|---------------------------|
| 07.00 | 485,76 |
| 08.00 | 530,62 |
| 09.00 | 515,19 |
| 10.00 | 701,71 |
| 11.00 | 850,93 |
| 12.00 | 720,58 |
| 13.00 | 675,91 |
| 14.00 | 490,20 |
| 15.00 | 498,69 |
| 16.00 | 507,87 |
| 17.00 | 320,12 |

Tabel 4. 6. Data Pout PLTS Jakabaring Tahun 2022

| Jam | Rata- Rata P_{out} (kW) |
|------------|---|
| 07.00 | 387,75 |
| 08.00 | 418,56 |
| 09.00 | 551,88 |
| 10.00 | 786,89 |
| 11.00 | 874,46 |
| 12.00 | 824,78 |
| 13.00 | 793,75 |
| 14.00 | 525,30 |
| 15.00 | 532,15 |
| 16.00 | 535,60 |
| 17.00 | 234,64 |

4.6.2 Data P_{out} Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT.PLN (Persero)

Data dibawah ini didapatkan dari data Laporan Tahunan pada Penyulang Tarumanegara di PT.PLN (Persero), berikut tabel data dibawah ini :

Tabel 4. 7. Data Pout Penyulang Tarumanegara Tahun 2018

| Jam | Rata- Rata P_{out} (kW) |
|------------|---|
| 07.00 | 132,32 |
| 08.00 | 320,40 |
| 09.00 | 355,76 |
| 10.00 | 480,65 |
| 11.00 | 524,05 |
| 12.00 | 497,15 |
| 13.00 | 488,07 |
| 14.00 | 400,67 |
| 15.00 | 359,79 |
| 16.00 | 225,51 |
| 17.00 | 116,50 |

Tabel 4. 8. Data Pout Penyulang Tarumanegara Tahun 2022

| Jam | Rata- Rata P_{out} (kW) |
|------------|---|
| 07.00 | 114,72 |
| 08.00 | 248,29 |
| 09.00 | 350,39 |
| 10.00 | 551,60 |
| 11.00 | 599,44 |
| 12.00 | 590,54 |
| 13.00 | 571,29 |
| 14.00 | 464,92 |
| 15.00 | 327,46 |
| 16.00 | 197,67 |
| 17.00 | 83,58 |

4.6.3 Efisiensi Daya Yang Dihasilkan Oleh PLTS 2 MW Jakabaring

Untuk mengetahui efisiensi daya yang dihasilkan oleh panel surya pada PLTS 2 MW Jakabaring, maka digunakan rumus dibawah ini :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (4. 6)$$

Dimana : η = efisiensi daya (%)

P_{out} = daya output (Watt)

P_{in} = daya input (Watt)

Maka didapatkan data yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 9. Efisiensi Pout PLTS Pada Tahun 2018

| Jam | Rata- Rata P_{out} (kW) | η (%) |
|------------|---|------------------------------|
| 07.00 | 485,76 | 29,37 |
| 08.00 | 530,62 | 32,09 |
| 09.00 | 515,19 | 31,15 |

| Jam | Rata- Rata P_{out} (kW) | η (%) |
|-------|---------------------------|------------|
| 10.00 | 701,71 | 42,43 |
| 11.00 | 850,93 | 51,46 |
| 12.00 | 720,58 | 43,57 |
| 13.00 | 675,91 | 40,87 |
| 14.00 | 490,20 | 29,64 |
| 15.00 | 498,69 | 30,15 |
| 16.00 | 507,87 | 30,71 |
| 17.00 | 320,12 | 19,35 |

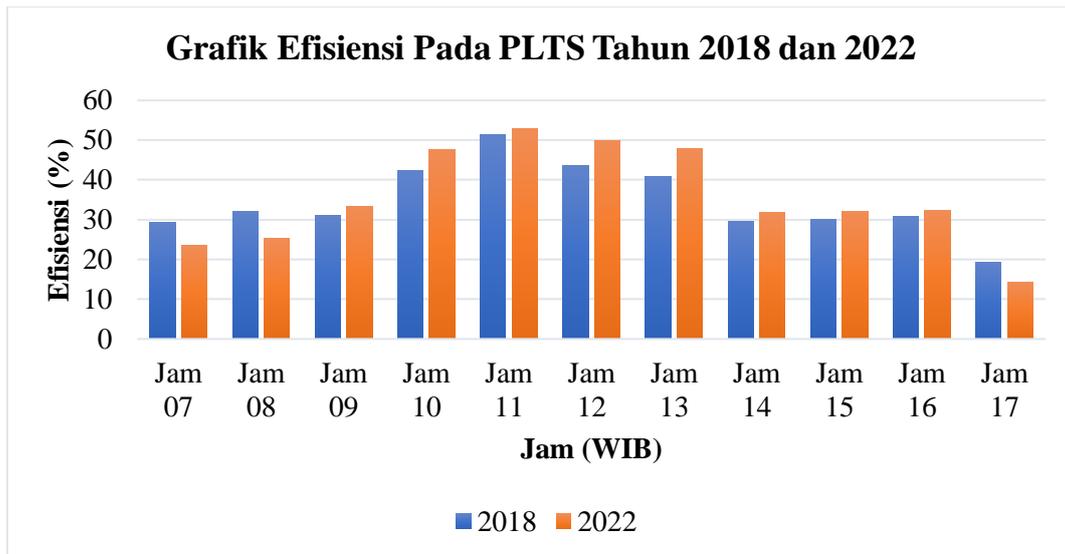
Sedangkan besar P_{in} yang dihasilkan berdasarkan spesifikasi pada PLTS 2 MW Jakabaring adalah sebesar 1653,52 kW.

Tabel 4. 10. Efisiensi Pout PLTS Pada Tahun 2022

| Jam | Rata- Rata P_{out} (kW) | η (%) |
|-------|---------------------------|------------|
| 07.00 | 387,75 | 23,44 |
| 08.00 | 418,56 | 25,31 |
| 09.00 | 551,88 | 33,37 |
| 10.00 | 786,89 | 47,58 |
| 11.00 | 874,46 | 52,88 |
| 12.00 | 824,78 | 49,88 |
| 13.00 | 793,75 | 48 |
| 14.00 | 525,30 | 31,76 |
| 15.00 | 532,15 | 32,18 |
| 16.00 | 535,60 | 32,39 |
| 17.00 | 234,64 | 14,19 |

Sedangkan besar P_{in} yang dihasilkan berdasarkan spesifikasi pada PLTS 2 MW Jakabaring adalah sebesar 1653,52 kW.

Agar mempermudah dalam pemahaman pada tabel diatas, maka dibuat diagram dibawah ini :



Gambar 4. 6. Grafik Efisiensi Daya Yang dihasilkan PLTS 2 MW Jakabaring Tahun 2018 dan 2022

Dapat dilihat pada grafik diatas, efisiensi yang dihasilkan oleh PLTS 2 MW Jakabaring pada tahun 2018 dan 2022 berkisar 14,19% hingga 52,88%. Pada presentasi tersebut daya yang dihasilkan oleh PLTS 2 MW Jakabaring dapat dikatakan cukup baik dikarenakan daya maksimal masih kisaran 50%. Efisiensi mengalami kenaikan pada pukul 10.00 hingga pukul 13.00 dikarenakan pada siang hari panel surya menyerap lebih banyak cahaya matahari, tetapi pada pukul 16.00 hingga pukul 17.00 efisiensi yang dihasilkan mengalami penurunan dikarenakan letak posisi matahari yang akan terbenam sehingga cahaya yang diserap pun tidak optimal. Tetapi pada efisiensi PLTS tahun 2018 dan 2022 masih cukup optimal dan juga pada tahun 2022 efisiensi mengalami kenaikan dibandingkan 2018 karena pada sistem PLTS sudah dilakukan pemeliharaan cukup rutin. Dengan demikian untuk menjaga panel surya maka perlu di perhatikan pemeliharaan dan pemantauan guna untuk menjaga efisiensi pada PLTS agar tetap optimal. Selain itu pengaruh dari cuaca yang kurang baik serta panel surya yang bersifat tetap jadi kemiringan pada panel tidak dapat diubah juga mempengaruhi hasil daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya tersebut.

4.6.4 Efisiensi Daya yang digunakan pada Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring PT.PLN (Persero)

Untuk mengetahui efisiensi daya yang digunakan pada Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring maka digunakan rumus berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (4.7)$$

Dimana : η = efisiensi daya (%)

P_{out} = daya output (Watt)

P_{in} = daya input (Watt)

Maka perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 11. Efisiensi Pout Penyulang Tarumanegara Pada Tahun 2018

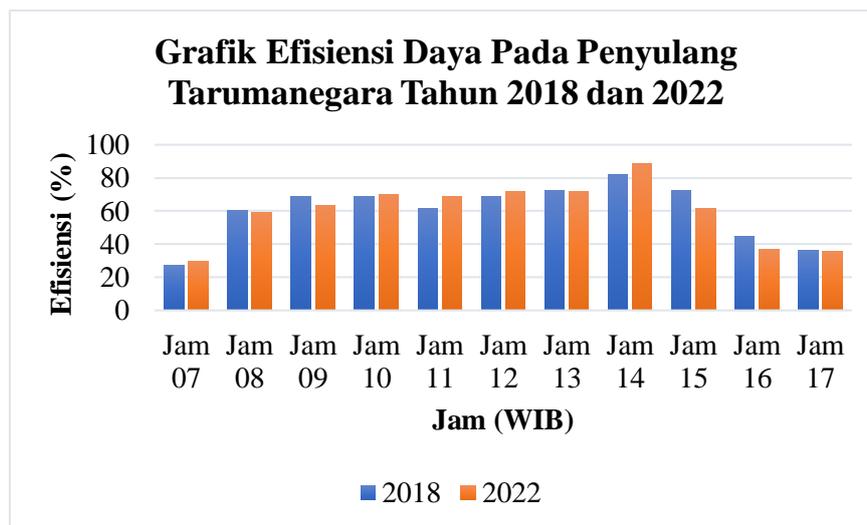
| Jam | Rata- Rata P_{out} (kW) | Rata- Rata P_{in} (kW) | η (%) |
|-------|---------------------------|--------------------------|------------|
| 07.00 | 132,32 | 485,76 | 27,23 |
| 08.00 | 320,40 | 530,62 | 60,38 |
| 09.00 | 355,76 | 515,19 | 69,05 |
| 10.00 | 480,65 | 701,71 | 68,49 |
| 11.00 | 524,05 | 850,93 | 61,58 |
| 12.00 | 497,15 | 720,58 | 68,99 |
| 13.00 | 488,07 | 675,91 | 72,20 |
| 14.00 | 400,67 | 490,20 | 81,73 |
| 15.00 | 359,79 | 498,69 | 72,14 |
| 16.00 | 225,51 | 507,87 | 44,40 |
| 17.00 | 116,50 | 320,12 | 36,39 |

Tabel 4. 12. Efisiensi Pout Penyulang Tarumanegara Pada Tahun 2022

| Jam | Rata- Rata P_{out} (kW) | Rata- Rata P_{in} (kW) | η (%) |
|-------|---------------------------|--------------------------|------------|
| 07.00 | 114,72 | 387,75 | 29,58 |
| 08.00 | 248,29 | 418,56 | 59,32 |

| Jam | Rata- Rata P_{out} (kW) | Rata- Rata P_{in} (kW) | η (%) |
|-------|---------------------------|--------------------------|------------|
| 09.00 | 350,39 | 551,88 | 63,49 |
| 10.00 | 551,60 | 786,89 | 70,09 |
| 11.00 | 599,44 | 874,46 | 68,54 |
| 12.00 | 590,54 | 824,78 | 71,59 |
| 13.00 | 571,29 | 793,75 | 71,97 |
| 14.00 | 464,92 | 525,30 | 88,50 |
| 15.00 | 327,46 | 532,15 | 61,53 |
| 16.00 | 197,67 | 535,60 | 36,90 |
| 17.00 | 83,58 | 234,64 | 35,62 |

Agar mempermudah pemahaman pada tabel diatas, maka dibuat sebuah grafik dibawah ini sebagai berikut :



Gambar 4. 7. Grafik Efisiensi Daya Pada Penyulang Tarumanegara Tahun 2018 dan 2022

Pada gambar grafik diatas efisiensi pada Penyulang Tarumanegara pada tahun 2018 dan tahun 2022 berkisar antara 27,23% hingga dengan 88,50%. Pada presentasi tersebut daya yang dihasilkan oleh Penyulang Tarumanegara dapat dikatakan sangat baik karena daya tersebut dapat mencukupi beban pada Penyulang Tarumanegara sehingga dapat digunakan untuk pemakaian sendiri serta dapat disalurkan untuk penyulang yang lain. Efisiensi tertinggi terjadi pada pukul 10.00 WIB hingga pukul 14.00 WIB. Dikarenakan pada jam tersebut letak posisi matahari yang cukup maksimal sehingga daya yang dihasilkan oleh panel surya dapat mencukupi beban

yang ada pada Penyulang Tarumanegara. Akan tetapi, pada pukul 16.00 WIB hingga pukul 17.00 WIB hasil efisiensi mengalami penurunan dikarenakan posisi matahari yang sudah berubah posisi terbenam seperti pada saat pagi hari dan menyebabkan efisiensi yang dihasilkan pun ikut menurun.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang evaluasi sistem pengoperasian PLTS 2 MW Jakabaring maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem pengoperasian pada PLTS 2 MW Jakabaring akan beroperasi secara *On Grid* dengan PT.PLN (Persero) apabila daya dialirkan menuju ke inverter melebihi 10 kW. Namun apabila daya yang dialirkan tidak sampai 10 kW maka PLTS akan berada pada posisi *Off Grid*. Efisiensi yang dihasilkan oleh PLTS 2 MW Jakabaring tertinggi terjadi pada tahun 2022 yaitu pada pukul 11.00 WIB sebesar 52,88%. Dan terendah terjadi pada tahun 2022 yaitu pada pukul 17.00 WIB sebesar 14,19%. Hal ini menyatakan bahwa panel surya masih layak pakai karena efisiensi yang dihasilkan masih dalam kisaran optimal.
2. Besarnya daya maksimal yang dihasilkan pada kondisi cerah adalah sebesar 102,88 kW pada pukul 12.00 WIB sedangkan pada kondisi hujan daya maksimal yang dihasilkan sebesar 49,08 kW pada pukul 10.00 WIB. Hal ini membuktikan bahwa kondisi cuaca, suhu panel, dan radiasi matahari mempengaruhi besarnya daya yang dihasilkan oleh panel surya.
3. Efisiensi penggunaan daya pada Penyulang Tarumanegara tertinggi terjadi pada tahun 2022 yaitu sebesar 88,50% pada pukul 14.00 WIB. Sedangkan efisiensi terendah terjadi pada tahun 2018 yaitu sebesar 27,23% pada pukul 07.00 WIB. Efisiensi ini dapat dikatakan sangat baik karena daya yang dihasilkan oleh panel surya dapat membackup beban pada Penyulang Tarumanegara dan daya tersebut dapat disimpan atau disalurkan ke penyulang lain.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa daya yang dihasilkan oleh PLTS tidak selalu maksimal karena pengaruh dari penyerapan cahaya matahari yang tidak optimal. Maka dari itu diperlukan sebuah pemeliharaan yang cukup rutin dan melakukan pemantauan terhadap panel surya agar panel tersebut tidak mengalami penumpukan kotoran atau debu agar dapat menghasilkan daya yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N.- Hayati, “Aplikasi Tenaga Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Abdimasku : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 4, no. 1, p. 43, 2021, doi: 10.33633/ja.v4i1.159.
- [2] S. Annisa, “TENAGA SURYA 2 MW JAKABARING YANG TERHUBUNG SECARA ON GRID DENGAN PT.PLN (PERSERO),” 2019.
- [3] E. Meilia Suryanti dan I. Bagus Fery Citarsa, “ANALISIS UNJUK KERJA SISTEM FOTOVOLTAIK ON-GRID PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) GILI TRAWANGAN [Photovoltaic System Performance Analysis On-Grid On Solar Power Plant (PLTS) Gili Trawangan],” 2014.
- [4] P. P. T. D. Priatam, “Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP,” *RELE:Jurnal Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 48–54, 2021.
- [5] M. Fiqi Rizal, “PENERAPAN PANEL FOTOVOLTAIK TERINTEGRASI PADA FASADE DAN ATAP APPLICATION OF INTEGRATED PHOTOVOLTAICS PANEL IN FAÇADE AND ROOF,” 2008.
- [6] A. Mustofa, “Optimalisasi Perencanaan dan Manajemen Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Diesel Generator Photovoltaic Pada Perancangan Kapal Tanker 1700 DWT Berpenggerak Motor Induksi Tiga Fasa,” 2018.
- [7] ABB Group, “Technical application papers no.10 photovoltaic plants,” vol. 10, 2010.
- [8] S. Yuliananda, G. Surya, dan R. Retno Hastijanti, “PENGARUH PERUBAHAN INTENSITAS MATAHARI TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA,” 2015.
- [9] R. J. Lumempouw, E. M. Rumbayan, M. Eng, I. H. Tumaliang,) Mahasiswa, dan) Pembimbing, “Studi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Makalehi Di PLN Area Tahuna Rayon Siau Kabupaten Kepulauan Sitaro,” *Journal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 4, no. 7, 2015.
- [10] A. W. Hasanah, T. Koerniawan, and Y. Yuliansyah, “Kajian Kualitas Daya Listrik Plts Sistem Off-Grid Di Stt-Pln,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 10, no. 2, pp. 93–101, 2019, doi: 10.33322/energi.v10i2.211.

- [11] M. R. Fauzan *dkk.*, “Analisa Harmonisa Akibat Pengaruh Penggunaan Converter pada Kereta Rel Listrik 1x25 kV Yogyakarta-Solo,” 2015.
- [12] A. R. dan B. S. Safri Nahela, Ivan Fauzi Faridyan, Noviadi Arief Rachman, “Analisa Unjuk Kerja Grid Tied Inverter Terhadap Pengaruh Radiasi Matahari dan Temperatur PV pada,” *elkha ELKHA* , Vol. 11, No.2, Oktober 2019, pp. 60- 65, vol. 11, no. 2, p. 6807, 2019.
- [13] S. Eko, D. Saputro, I. Kho, dan H. Khwee, “ANALISIS PERENCANAANPEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBANTUAN PROGRAM SYSTEM SIZING ESTIMATOR.” 2019.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data P_{out} PLTS 2 MW Jakabaring Tahun 2018 dan 2022

Lampiran 1.1. Data P_{out} PLTS Tahun 2018

| Jam (WIB) | P_{out} (kW) | | | | | | |
|--------------|----------------|----------|-------|--------|---------|----------|----------|
| | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni | Juli |
| 07.00 | - | - | - | 385,02 | 434,65 | 487,3197 | 574,7894 |
| 08.00 | - | - | - | 372,72 | 559,907 | 488,93 | 567,406 |
| 09.00 | - | - | - | 361,25 | 541,81 | 475,38 | 551,309 |
| 10.00 | - | - | - | 578,54 | 643,78 | 464,289 | 537,79 |
| 11.00 | - | - | - | 659,56 | 519,88 | 786,45 | 827,13 |
| 12.00 | - | - | - | 358,53 | 645,28 | 687,69 | 706,77 |
| 13.00 | - | - | - | 359,20 | 603,551 | 611,23 | 623,78 |
| 14.00 | - | - | - | 360,84 | 523,85 | 434,184 | 502,28 |
| 15.00 | - | - | - | 363,15 | 532,56 | 442,03 | 511,98 |
| 16.00 | - | - | - | 368,72 | 537,73 | 450,066 | 534,07 |
| 17.00 | - | - | - | 289,70 | 324,58 | 281,44 | 367,64 |

Lanjutan Agustus – Desember

| Jam (WIB) | P_{out} (kW) | | | | | Rata-Rata 2018 |
|--------------|----------------|-----------|---------|----------|----------|-------------------|
| | Agustus | September | Oktober | November | Desember | |
| 07.00 | 457,13 | 476,23 | 423,88 | 432,75 | 385,43 | 485,76 |
| 08.00 | 566,01 | 560,42 | 552,995 | 551,01 | 556,17 | 530,62 |
| 09.00 | 549,001 | 544,34 | 535,83 | 537,001 | 540,73 | 515,19 |
| 10.00 | 536,66 | 730,34 | 522,92 | 721,44 | 698,93 | 701,71 |
| 11.00 | 825,32 | 798,65 | 878,21 | 811,59 | 523,4 | 850,93 |
| 12.00 | 734,37 | 710,22 | 674,53 | 688,91 | 701,501 | 720,58 |
| 13.00 | 597,65 | 643,57 | 678,45 | 545,67 | 516,34 | 675,91 |
| 14.00 | 518,59 | 516,97 | 516,33 | 517,96 | 520,73 | 490,20 |
| 15.00 | 528,59 | 524,86 | 526,32 | 531,6 | 527,101 | 498,69 |
| 16.00 | 539,03 | 535,18 | 534,2 | 534,95 | 536,88 | 507,87 |
| 17.00 | 345,89 | 256,43 | 278,65 | 276,54 | 301,78 | 320,12 |

Lampiran 1.2. Data P_{out} PLTS Tahun 2022

| Jam (WIB) | $P_{out}(kW)$ | | | | | | |
|--------------|---------------|----------|---------|---------|--------|---------|---------|
| | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni | Juli |
| 07.00 | 363,38 | 290,32 | 395,12 | 295,64 | 359,67 | 356,22 | 378,65 |
| 08.00 | 430,11 | 399,58 | 407,38 | 396,901 | 449,34 | 376,231 | 410,33 |
| 09.00 | 564,37 | 586,54 | 574,78 | 535,98 | 539,87 | 544,8 | 547,23 |
| 10.00 | 678,56 | 719,57 | 765,907 | 804,34 | 689,77 | 711,453 | 798,23 |
| 11.00 | 765,93 | 834,64 | 812,89 | 895,35 | 886,34 | 796,57 | 889,78 |
| 12.00 | 798,56 | 811,27 | 830,76 | 798,67 | 835,65 | 820,98 | 764,39 |
| 13.00 | 765,87 | 676,43 | 801,56 | 764,77 | 753,01 | 698,71 | 789,903 |
| 14.00 | 534,8 | 562,06 | 545,159 | 504,31 | 511,29 | 519,36 | 522,49 |
| 15.00 | 536,88 | 566,4 | 554,78 | 520,724 | 520,47 | 527,01 | 527,96 |
| 16.00 | 546,44 | 563,82 | 555,77 | 528,4 | 530,49 | 534,27 | 530,44 |
| 17.00 | 236,51 | 208,701 | 189,37 | 256,96 | 227,68 | 219,43 | 236,44 |

Lanjutan Agustus – Desember

| Jam (WIB) | $P_{out}(kW)$ | | | | | Rata-Rata 2022 |
|--------------|---------------|-----------|---------|----------|----------|-------------------|
| | Agustus | September | Oktober | November | Desember | |
| 07.00 | 372,761 | 311,89 | 298,66 | 404,53 | 287,43 | 387,75 |
| 08.00 | 376,54 | 401,78 | 378,64 | 388,64 | 375,42 | 418,56 |
| 09.00 | 543,81 | 544,94 | 546,56 | 545,53 | 548,081 | 551,88 |
| 10.00 | 734,81 | 752,183 | 791,53 | 776,54 | 743,12 | 786,89 |
| 11.00 | 834,78 | 870,78 | 794,31 | 890,76 | 843,89 | 874,46 |
| 12.00 | 820,88 | 805,23 | 835,97 | 783,33 | 787,65 | 824,78 |
| 13.00 | 704,001 | 798,32 | 754,88 | 792,109 | 766,98 | 793,75 |
| 14.00 | 518,11 | 523,11 | 508,35 | 522,73 | 531,84 | 525,30 |
| 15.00 | 526,7 | 526,49 | 514,64 | 527,4 | 536,36 | 532,15 |
| 16.00 | 538,23 | 505,2 | 519,31 | 532,15 | 542,62 | 535,60 |
| 17.00 | 201,38 | 230,081 | 241,94 | 195,73 | 236,54 | 234,64 |

Lampiran 2. Data P_{out} Penyulang Tarumanegara GI New Jakabaring Tahun 2018 dan 2022

Lampiran 2.1. Data P_{out} Penyulang Tarumanegara Tahun 2018

| Jam (WIB) | P_{out} (kW) | | | | | | |
|--------------|----------------|----------|-------|--------|----------|----------|----------|
| | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni | Juli |
| 07.00 | - | - | - | 91,33 | 221,222 | 158,345 | 117,9948 |
| 08.00 | - | - | - | 139,18 | 408,0487 | 318,4417 | 358,9474 |
| 09.00 | - | - | - | 330,46 | 375,67 | 432,89 | 2043,471 |
| 10.00 | - | - | - | 560,04 | 532,06 | 480,43 | 510,78 |
| 11.00 | - | - | - | 599,51 | 535,921 | 475,77 | 401,75 |
| 12.00 | - | - | - | 471,95 | 529,43 | 459,34 | 513,76 |
| 13.00 | - | - | - | 533,92 | 476,39 | 423,36 | 443,67 |
| 14.00 | - | - | - | 398,56 | 424,56 | 377,561 | 432,11 |
| 15.00 | - | - | - | 317,53 | 366,98 | 353,46 | 534,31 |
| 16.00 | - | - | - | 231,44 | 241,6 | 223,14 | 271,580 |
| 17.00 | - | - | - | 82,49 | 90,06 | 90,92 | 305,86 |

Lanjutan Agustus – Desember

| Jam (WIB) | P_{out} (kW) | | | | | Rata-Rata 2018 |
|--------------|----------------|-----------|---------|----------|----------|-------------------|
| | Agustus | September | Oktober | November | Desember | |
| 07.00 | 99,075 | 126,609 | 156,71 | 119,73 | 99,854 | 132,32 |
| 08.00 | 350,45 | 367,06 | 378,023 | 277,75 | 285,678 | 320,40 |
| 09.00 | 387,98 | 578,08 | 476,9 | 524,103 | 594,870 | 355,76 |
| 10.00 | 489,3 | 509,73 | 449,12 | 513,45 | 476,23 | 480,65 |
| 11.00 | 489,34 | 521,67 | 550,89 | 424,38 | 487,685 | 524,05 |
| 12.00 | 495,85 | 443,21 | 312,98 | 502,34 | 430,45 | 497,15 |
| 13.00 | 497,45 | 489,58 | 501,13 | 539,806 | 356,65 | 488,07 |
| 14.00 | 389,32 | 432,186 | 396,12 | 388,66 | 378,67 | 400,67 |
| 15.00 | 448,93 | 381,79 | 227,95 | 252,23 | 354,87 | 359,79 |
| 16.00 | 234,671 | 243,403 | 151,01 | 164,88 | 267,87 | 225,51 |
| 17.00 | 91,05 | 105,01 | 59,837 | 78,517 | 144,713 | 116,50 |

Lampiran 2.2. Data P_{out} Penyulang Tarumanegara Tahun 2022

| Jam (WIB) | P_{out} (kW) | | | | | | |
|--------------|----------------|----------|--------|---------|--------|--------|--------|
| | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni | Juli |
| 07.00 | 101,20 | 94,42 | 115,3 | 148,045 | 117,7 | 159,47 | 143,09 |
| 08.00 | 214,11 | 187,24 | 242,2 | 376,47 | 290,96 | 326,88 | 298,61 |
| 09.00 | 337,86 | 367,98 | 433,56 | 376,9 | 276,98 | 398,56 | 445,34 |
| 10.00 | 426,08 | 550,077 | 519,47 | 524,98 | 736,55 | 533,76 | 661,61 |
| 11.00 | 520,85 | 588,4 | 636,58 | 863,55 | 845,62 | 838,85 | 637,78 |
| 12.00 | 474,13 | 589,87 | 590,99 | 846,035 | 871,45 | 790,86 | 704,48 |
| 13.00 | 514,12 | 564,2 | 617,3 | 780,99 | 776,87 | 772,35 | 635,46 |
| 14.00 | 469,93 | 529,38 | 443,42 | 618,43 | 588,29 | 635,41 | 540,89 |
| 15.00 | 328,30 | 360,13 | 305,97 | 478,07 | 408,49 | 439,25 | 431,3 |
| 16.00 | 188,54 | 265,12 | 209,83 | 331,32 | 234,27 | 245,93 | 214,74 |
| 17.00 | 84,16 | 123,94 | 90,14 | 94,94 | 80,64 | 76,54 | 81,007 |

Lanjutan Agustus – Desember

| Jam (WIB) | P_{out} (kW) | | | | | Rata-Rata 2022 |
|--------------|----------------|-----------|---------|----------|----------|-------------------|
| | Agustus | September | Oktober | November | Desember | |
| 07.00 | 100,52 | 110,73 | 86,41 | 106,19 | 93,544 | 114,72 |
| 08.00 | 241,72 | 229,28 | 172,58 | 204,61 | 194,78 | 248,29 |
| 09.00 | 368,92 | 373,89 | 331,72 | 303,75 | 282,81 | 350,39 |
| 10.00 | 478,23 | 456,22 | 492,92 | 419,81 | 355,69 | 512,95 |
| 11.00 | 463,2 | 493,34 | 500,2 | 401,02 | 403,79 | 599,44 |
| 12.00 | 422,55 | 526,05 | 468,57 | 443,74 | 357,7 | 590,54 |
| 13.00 | 551,6 | 414,31 | 468,84 | 424,94 | 334,45 | 571,29 |
| 14.00 | 435,13 | 338,39 | 347,56 | 353,19 | 278,98 | 464,92 |
| 15.00 | 300,59 | 206,23 | 238,52 | 236,64 | 195,99 | 327,46 |
| 16.00 | 174,21 | 135,95 | 132,63 | 122,93 | 116,53 | 197,67 |
| 17.00 | 78,68 | 72,95 | 72,82 | 72,96 | 74,151 | 83,58 |

Lampiran 3. Perhitungan Efisiensi PLTS 2 MW Jakabaring

Lampiran 3.1. Perhitungan Efisiensi PLTS Tahun 2018

| Jam | P_{out} (kW) | η (%) |
|-------|----------------|------------|
| 07.00 | 485,76 | 29,37 |
| 08.00 | 530,62 | 32,09 |
| 09.00 | 515,19 | 31,15 |
| 10.00 | 701,71 | 42,43 |
| 11.00 | 850,93 | 51,46 |
| 12.00 | 720,58 | 43,57 |
| 13.00 | 675,91 | 40,87 |
| 14.00 | 490,20 | 29,64 |
| 15.00 | 498,69 | 30,15 |
| 16.00 | 507,87 | 30,71 |
| 17.00 | 320,12 | 19,35 |

Besar P_{in} yang dihasilkan berdasarkan spesifikasi pada PLTS 2 MW Jakabaring adalah sebesar 1653,52 kW.

a. Pada jam 07.00 :

$$\eta = \frac{485,76}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 29,37\%$$

c. Pada jam 09.00 :

$$\eta = \frac{515,19}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 31,15\%$$

e. Pada jam 11.00 :

$$\eta = \frac{850,93}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 51,46\%$$

b. Pada jam 08.00 :

$$\eta = \frac{530,62}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 32,09\%$$

d. Pada Jam 10.00 :

$$\eta = \frac{701,71}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 42,43\%$$

f. Pada jam 12.00 :

$$\eta = \frac{720,58}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 43,57\%$$

g. Pada jam 13.00 :

$$\eta = 30,15\%$$

$$\eta = \frac{675,91}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 40,87\%$$

j. Pada jam 16.00 :

$$\eta = \frac{507,87}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 30,71\%$$

h. Pada jam 14.00 :

$$\eta = \frac{490,20}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 29,64\%$$

k. Pada jam 17.00 :

$$\eta = \frac{320,12}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 19,35\%$$

i. Pada jam 15.00 :

$$\eta = \frac{498,69}{1653,52} \times 100\%$$

Lampiran 3.2 Perhitungan Efisiensi PLTS Tahun 2022

| Jam | P_{out} (kW) | η (%) |
|-------|----------------|------------|
| 07.00 | 387,75 | 23,44 |
| 08.00 | 418,56 | 25,31 |
| 09.00 | 551,88 | 33,37 |
| 10.00 | 786,89 | 47,58 |
| 11.00 | 874,46 | 52,88 |
| 12.00 | 824,78 | 49,88 |
| 13.00 | 793,75 | 48 |
| 14.00 | 525,30 | 31,76 |
| 15.00 | 532,15 | 32,18 |
| 16.00 | 535,60 | 32,39 |
| 17.00 | 234,64 | 14,19 |

Besar P_{in} yang dihasilkan berdasarkan spesifikasi pada PLTS 2 MW Jakabaring adalah sebesar 1653,52 kW.

a. Pada jam 07.00 :

$$\eta = \frac{387,75}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 23,44\%$$

c. Pada jam 09.00 :

$$\eta = \frac{551,88}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 33,37\%$$

e. Pada jam 11.00 :

$$\eta = \frac{874,46}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 52,88\%$$

b. Pada jam 08.00 :

$$\eta = \frac{418,56}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 25,31\%$$

d. Pada Jam 10.00 :

$$\eta = \frac{786,89}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 47,58\%$$

f. Pada jam 12.00 :

$$\eta = \frac{824,78}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 49,88\%$$

g. Pada jam 13.00 :

$$\eta = \frac{793,75}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 48\%$$

h. Pada jam 14.00 :

$$\eta = \frac{525,30}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 31,76\%$$

i. Pada jam 15.00 :

$$\eta = \frac{532,15}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 32,18\%$$

j. Pada jam 16.00 :

$$\eta = \frac{535,60}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 32,39\%$$

k. Pada jam 17.00 :

$$\eta = \frac{234,64}{1653,52} \times 100\%$$

$$\eta = 14,19\%$$

Lampiran 4. Perhitungan Efisiensi Penyulang Tarumanegara 2 MW Jakabaring

Lampiran 4.1 Perhitungan Efisiensi Penyulang Tarumanegara Tahun 2018

| Jam | P_{out} (kW) | P_{in} (kW) | η (%) |
|-------|----------------|---------------|------------|
| 07.00 | 132,32 | 485,76 | 27,23 |
| 08.00 | 320,40 | 530,62 | 60,38 |
| 09.00 | 355,76 | 515,19 | 69,05 |
| 10.00 | 480,65 | 701,71 | 68,49 |
| 11.00 | 524,05 | 850,93 | 61,58 |
| 12.00 | 497,15 | 720,58 | 68,99 |
| 13.00 | 488,07 | 675,91 | 72,20 |
| 14.00 | 400,67 | 490,20 | 81,73 |
| 15.00 | 359,79 | 498,69 | 72,14 |
| 16.00 | 225,51 | 507,87 | 44,40 |
| 17.00 | 116,50 | 320,12 | 36,39 |

a. Pada jam 07.00 :

$$\eta = \frac{132,32}{485,76} \times 100\%$$

$$\eta = 27,23\%$$

d. Pada jam 10.00 :

$$\eta = \frac{480,65}{701,71} \times 100\%$$

$$\eta = 68,49\%$$

g. Pada jam 13.00 :

$$\eta = \frac{488,07}{675,91} \times 100\%$$

$$\eta = 72,20\%$$

b. Pada jam 08.00 :

$$\eta = \frac{320,40}{530,62} \times 100\%$$

$$\eta = 60,38 \%$$

e. Pada jam 11.00 :

$$\eta = \frac{524,05}{850,93} \times 100\%$$

$$\eta = 61,58\%$$

h. Pada jam 14.00 :

$$\eta = \frac{400,67}{490,20} \times 100\%$$

$$\eta = 81,73\%$$

c. Pada jam 09.00 :

$$\eta = \frac{355,76}{515,19} \times 100\%$$

$$\eta = 69,05\%$$

f. Pada jam 12.00 :

$$\eta = \frac{497,15}{720,58} \times 100\%$$

$$\eta = 68,99\%$$

i. Pada jam 15.00 :

$$\eta = \frac{359,79}{498,69} \times 100\%$$

$$\eta = 72,14\%$$

j. Pada jam 16.00 :

$$\eta = \frac{225,51}{507,87} \times 100\%$$

$$\eta = 44,40\%$$

k. Pada jam 17.00 :

$$\eta = \frac{116,50}{320,12} \times 100\%$$

$$\eta = 36,39\%$$

Lampiran 4.2 Perhitungan Efisiensi Penyulang Tarumanegara Tahun 2022

| Jam | P_{out} (kW) | P_{in} (kW) | η (%) |
|-------|----------------|---------------|------------|
| 07.00 | 114,72 | 387,75 | 29,58 |
| 08.00 | 248,29 | 418,56 | 59,32 |
| 09.00 | 350,39 | 551,88 | 63,49 |
| 10.00 | 551,60 | 786,89 | 70,09 |
| 11.00 | 599,44 | 874,46 | 68,54 |
| 12.00 | 590,54 | 824,78 | 71,59 |
| 13.00 | 571,29 | 793,75 | 71,97 |
| 14.00 | 464,92 | 525,30 | 88,50 |
| 15.00 | 327,46 | 532,15 | 61,53 |
| 16.00 | 197,67 | 535,60 | 36,90 |
| 17.00 | 83,58 | 234,64 | 35,62 |

a. Pada jam 07.00 :

$$\eta = \frac{114,72}{387,75} \times 100\%$$

$$\eta = 29,58\%$$

d. Pada jam 10.00 :

$$\eta = \frac{551,60}{786,89} \times 100\%$$

$$\eta = 70,09\%$$

g. Pada jam 13.00 :

$$\eta = \frac{571,29}{793,75} \times 100\%$$

$$\eta = 71,97\%$$

b. Pada jam 08.00 :

$$\eta = \frac{248,29}{418,56} \times 100\%$$

$$\eta = 59,32\%$$

e. Pada jam 11.00 :

$$\eta = \frac{599,44}{874,46} \times 100\%$$

$$\eta = 68,54\%$$

h. Pada jam 14.00 :

$$\eta = \frac{464,92}{525,30} \times 100\%$$

$$\eta = 88,50\%$$

c. Pada jam 09.00 :

$$\eta = \frac{350,39}{551,88} \times 100\%$$

$$\eta = 63,49\%$$

f. Pada jam 12.00 :

$$\eta = \frac{590,54}{824,78} \times 100\%$$

$$\eta = 71,59\%$$

i. Pada jam 15.00 :

$$\eta = \frac{327,46}{532,15} \times 100\%$$

$$\eta = 61,53\%$$

j. Pada jam 16.00 :

$$\eta = \frac{197,67}{535,60} \times 100\%$$

$$\eta = 36,90\%$$

k. Pada jam 17.00 :

$$\eta = \frac{83,50}{234,64} \times 100\%$$

$$\eta = 35,62\%$$

LAMPIRAN KHUSUS

KARTU HASIL SULIET

NAMA : AYU SEPTIANI
TEMPAT TANGGAL LAHIR : PRABUMULIH, 13 SEPTEMBER 2001
NIM : 03041381924119
JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO (S1)

The screenshot shows a web browser window displaying the 'Sistem Informasi Akademik' (SIAKAD) portal for Universitas Sriwijaya. The user is logged in as AYU SEPTIANI. The main content area displays the 'DAFTAR HASIL SULIET / USEPT' (List of SUIET/USEPT Results) for the student. The results are as follows:

| NO. | TANGGAL TEST | NIM | NAMA | HASIL TEST | | | | SYARAT LULUS PRODI | KETERANGAN |
|-----|------------------|----------------|--------------|------------|-----------|---------|-------|--------------------|------------|
| | | | | LISTENING | STRUCTURE | READING | SCORE | | |
| 1 | 01 DESEMBER 2022 | 03041381924119 | AYU SEPTIANI | 48 | 44 | 32 | 413 ✓ | DIE LUAR LULUS | |
| 2 | 11 APRIL 2023 | 03041381924119 | AYU SEPTIANI | 36 | 43 | 30 | 363 ✓ | DIE LUAR LULUS | |
| 3 | 17 APRIL 2023 | 03041381924119 | AYU SEPTIANI | 46 | 42 | 33 | 423 ✓ | DIE LUAR LULUS | |
| 4 | 02 MEI 2023 | 03041381924119 | AYU SEPTIANI | 50 | 49 | 32 | 503 ✓ | LULUS | |

KETERANGAN:
SELAMAT, ANDA SUDAH MEMENUHI SYARAT BAHASA INGGRIS UNTUK LULUS.

Palembang, Mei 2023

Wakil Dekan Bidang Akademik,



Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T.,M.T.

NIP. 197409172000121002

23/5-2023

**SURAT PERSETUJUAN
MENGIKUTI SEMINAR PROPOSAL**

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya memberikan persetujuan kepada :

Nama : Ayu Septiani

NIM : 03041381924119

Judul Tugas Akhir : Analisis Sistem Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 MW
Jakabaring yang Tersalur Secara On Grid dengan PT.PLN (PERSERO)

Mengikuti : Seminar Proposal

Demikianlah surat persetujuan ini diberikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, Desember 2022

Dosen Pembimbing 1



Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, MM

NIP. 195803041987031002

**SURAT PERSETUJUAN
MENGIKUTI SIDANG SARJANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini, Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya memberikan persetujuan kepada:

Nama : Ayu Septiani
Nim : 03041381924119
Judul Tugas Akhir : Evaluasi Sistem Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 MW Jakabaring Yang Tersalur Secara On Grid Dengan PT.PLN (PERSERO)
Mengikuti : Sidang Tugas Akhir

Demikianlah surat persetujuan ini diberikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 24 Mei 2023

Dosen Pembimbing,



Wirawan Adipradana, S.T., M.T.

NIP. 198601122015041001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Jalan Palembang-Prabumulih Km. 32, Indralaya, Oganilir, KodePos 30062
Jalan Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang KodePos 30139
Website: <http://elektro.ft.unsri.ac.id> Email: elektro@ft.unsri.ac.id

BERITA ACARA
SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR
(LAPORAN HASIL REVISI)
PERIODE SEMESTER GENAP 2022/2023, TANGGAL 26 JANUARI 2023

| | | |
|------------------|---|--|
| Nama | : | Ayu Septiani |
| NIM | : | 03041381924119 |
| Judul Skripsi | : | Evaluasi Sistem Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 MW Jakabaring Yang Tersalur Secara On Grid Dengan PT.PLN (Persero) |
| Pembimbing Utama | : | Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, MM |
| Dosen Penguji | : | 1. Dr. Herlina Wahab, S.T.,M.T. 2. Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc 3. Wirawan Adipradana, S.T.,M.T |

| Deskripsi Perbaikan | | | |
|------------------------------|---|---|--|
| Dosen Penguji | Hal./Baris | Bagian yang direvisi | Hasil revisi |
| Dr. Herlina Wahab, S.T.,M.T | 12 & 13 17 | 1. Ganti judul menjadi evaluasi 2. Rumus diberi sitasi 3. Perbaiki paragra kedua dilatar belakang 4. Referensi blog diubah jadi jurnal 5. Penambahan waktu penelitian di Tabel 3.1. | 1. Judul diganti menjadi Evaluasi Sistem Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 MW Jakabaring Yang Tersalur Secara On Grid dengan PT.PLN (Persero). 2. Pada rumus telah diberi sitasi. 3. Pada paragraph kedua latar belakang telat diperbaiki kalimatnya. 4. Referensi Jurnal telah ditambahkan. 5. Pada Tabel 3.1 sudah diperbaiki. |
| Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc | 14 | 1. Tambahkan penjelasan pada Inverter. | 1. Penambahan pada penjelasan Inverter telah ditambahkan. |
| Wirawan Adipradana, S.T.,M.T | | 1. Perbaiki Bahasa asing untuk ke italic. | 1. Bahasa asing telah |

| | | | |
|--|----|---|---|
| | 20 | 2. Data yang diteliti diubah selama satu tahun. | diperbaiki. 2. Data sudah diubah menjadi satu tahun. |
|--|----|---|---|

Palembang, 6 Februari 2022

Dosen Penguji 1



Dr. Herlina Wahab, S.T.,M.T
NIP. 198007072006042004

Dosen Penguji 2



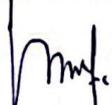
Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc
NIP. 195601051985031003

Dosen Penguji 3



Wirawan Adipradana, S.T.,M.T
NIP. 198601122015041001

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, MM
NIP. 195803041987031002



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Jalan Palembang-Prabumulih Km. 32, Indralaya, Ogan Ilir, Kode Pos 30062
Jalan Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang Kode Pos 30139
Website: <http://elektro.ft.unsri.ac.id> Email: elektro@ft.unsri.ac.id

**BERITA ACARA
SEMINAR SIDANG TUGAS AKHIR
(PROPOSAL HASIL REVISI SKRIPSI)
PERIODE SEMESTER GENAP 2022/2023, TANGGAL 04 JULI 2023**

| | | |
|------------------|---|---|
| Nama | : | Ayu Septiani |
| NIM | : | 03041381924119 |
| Judul Skripsi | : | Evaluasi Sistem Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 MW Jakabaring Yang Tersalur Secara <i>On Grid</i> Dengan PT.PLN (PERSERO) |
| Pembimbing Utama | : | 1. Wirawan Adipradana, S.T., M.T |
| Dosen Penguji | : | 1. Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc 2. Dr. Herlina, S.T., M.T |

DESKRIPSI PERBAIKAN/REVISI

| DOSEN PENGUJI | HAL. / BARIS | BAGIAN YANG DIREVISI | HASIL REVISI |
|------------------------------|--------------------------|--|--|
| Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc | Hal 22-24 | 1. Perbaiki penulisan pada tabel yang ada pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 agar ditambahkan penulisan Rata-Rata. | 1. Telah diperbaiki pada tabel 4.1 dan tabel 4.2. |
| | Hal 22-39 | 2. Perbaiki warna pada tabel pada bab 4. | 2. Telah memperbaiki warna pada tabel pada bab 4. |
| | Hal 32 | 3. Memperbaiki kesalahan penulisan pada spesifikasi inverter. | 3. Telah memperbaiki kesalahan penulisan yaitu 250 kW. |
| Dr. Herlina, S.T., M.T. | Hal 7-8 dan Hal 13 | 1. Perbaiki ucapan terima kasih seharusnya ke orang tua, pembimbing, penguji, PA baru setelahnya jurusan. | 1. Telah memperbaiki Kata Pengantar. |
| | | 2. Perbaiki kata-kata yang menggunakan bahasa asing, ditulis miring. | 2. Telah memperbaiki kata yang menggunakan Bahasa asing. |

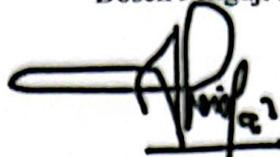
| | | | |
|--|-----------|---|---|
| | | 3. Perbaiki abstrak itu berisi latar belakang, tujuan, metode, hasil dan diskusi. | 3. Telah memperbaiki abstrak. |
| | Hal 1-2 | 4. Perbaiki urutan sitasi referensi. | 4. Telah memperbaiki urutan sitasi |
| | | 5. Perbaiki kesalahan penulisan yang ada pada skripsi. | 5. Telah memperbaiki kesalahan penulisan. |
| | Hal. 5 | 6. Perbaiki kata kunci, biasanya 5 kata | 6. Telah memperbaiki kata kunci pada abstrak. |
| | Hal 8 | 7. Perbaiki gambar diberi sitasi referensinya. | 7. Gambar telah ditambahkan sitasi. |
| | Hal 15 | 8. Perbesar gambar yang terlalu kecil dan tidak jelas keterangannya. | 8. Gambar telah diperjelas. |
| | | 9. Perbaiki waktu pelaksanaan tambahkan. | 9. Telah memperbaiki waktu pelaksanaan. |
| | Hal 22-25 | 10. Perbaiki tabel, jika terpotong maka untuk halaman selanjutnya diberi kepala tabelnya lagi | 10. Telah memperbaiki tabel. |
| | | 11. Gambar 2.10 diperbaiki, gambar yang bagus | 11. Telah memperbaiki gambar 2.10. |

Palembang, 07 Juli 2023

Dosen Penguji 1


Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc
NIP. 195601051985031003

Dosen Penguji 2


Dr. Herlina, S.T., M.T
NIP. 198007072006042004

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Wirawan Adipradana, S.T.,M.T
NIP. 198601122015041001

Evaluasi Sistem Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 2 MW Jakabaring Yang Tersalur Secara On Grid Dengan PT.PLN (PERSERO)

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

123dok.com

Internet Source

1%

2

www.sanspower.com

Internet Source

1%

3

lib.ui.ac.id

Internet Source

1%

4

repository.ub.ac.id

Internet Source

1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On