

**EVALUASI KINERJA PLTS 1200WP DI DESA BUNGKU
DUSUN KUNANGAN JAYA II RT.28**

SKRIPSI



**MUHAMMAD PANDU RIZQI ABDILLAH
M1A118027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2023

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan ini adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi, 23 Desember 2022

Yang menyatakan

Muhammad Pandu Rizqi Abdillah

M1A118027

RINGKASAN

Bagi masyarakat yang tinggal di daerah pedesaan, penyediaan energi listrik merupakan masalah utama. Untuk mengatasi ketiadaan energi listrik di daerah tersebut adalah mengubah cahaya matahari yang melimpah menjadi energi listrik menggunakan teknologi *photovoltaic*. PLTS desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 mulai dibangun pada tanggal 23 Agustus 2021 dan diresmikan tanggal 30 November 2021. Secara umum panel surya yang baik akan bertahan selama 25 tahun dengan penurunan efisiensi kurang dari 1% setiap tahunnya jika dipasang dan dipelihara dengan baik, begitu pula dengan komponen listrik lainnya. Data hasil evaluasi digunakan sebagai penentu tingkat kelayakan dari komponen yang digunakan pada PLTS seperti panel surya, *solar charge controller*, dan inverter. Pada penelitian ini peneliti mengambil data menggunakan metode survei, yang merupakan data arus dan tegangan yang dilakukan selama lima hari berturut-turut. Pengambilan data dilakukan dari pukul 09:00 hingga 15:00, yang mana data tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai efisiensi komponen PLTS. Setelah dilakukan pengamatan berdasarkan penelitian maka nilai efisiensi panel surya sebesar 20.19%, yang mana panel surya masih dalam keadaan yang baik. Nilai efisiensi *solar charge controller* sebesar 88.78% dan nilai efisiensi inverter sebesar 56.43%, yang mana *solar charge controller* dan inverter mengalami penurunan efisiensi dari nilai yang seharusnya yang diakibatkan ketidaktahuan warga terkait perawatan komponen tersebut. Nilai faktor daya akan selalu berada di antara 0 dan 1, semakin mendekati nilai satu maka akan semakin baik. Nilai keluaran dari PLTS di Desa Bungku memiliki keluaran daya aktif sebesar 173.74 *watt*, daya semu 199.08 *VA*, daya reaktif sebesar 96.95 *VAR*, serta faktor daya sebesar 0.87. yang menandakan bahwa keluaran dayanya masih dalam kondisi yang baik.

Kata Kunci: Efisiensi, Panel Surya, SCC, Inverter

SUMMARY

For the people who live in rural areas, the supply of electrical energy is a major problem. To overcome the lack of electrical energy in the area is to convert abundant sunlight into electrical energy using photovoltaic technology. PLTS in Bungku village, Kunangan Jaya II RT.28, began construction on 23th of August, 2021 and was inaugurated on 30th of November, 2021. In general, a good solar cell will last for 25 years with a decrease in efficiency of less than 1% every year with a condition installed and maintained properly, and it goes the same as other electrical components. The evaluation result data is used to determine the eligibility level of the components used in PLTS such as solar cells, solar charge controllers, and inverters. In this study, researchers collected data using the survey method, which is current and voltage data carried out for five days straight. Data collection was carried out from 09:00 to 15:00, which data is used to obtain the efficiency value of the PLTS components. After observing based on the research, the efficiency value of the solar cells are 20.19%, which means the solar panel is still in good condition. The efficiency value of the solar charge controllers are 88.78% and the efficiency value of the inverter is 56.43%, in which the solar charge controller and inverter experience a decrease in efficiency from the value that should be due to residents' ignorance regarding the maintenance of these components. The power factor value will always be between 0 and 1, the more it shows the value of one the better it is. The output value of the PLTS in Bungku Village has an active power output of 173.74 watts, an apparent power of 199.08VA, a reactive power of 96.95VAR, and a power factor of 0.87. which indicates that the power output is still in good condition.

Key Words: efficiency, solar cell, SCC, inverter

**EVALUASI KINERJA PLTS 1200WP DI DESA BUNGKU
DUSUN KUNANGAN JAYA II RT.28**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam melakukan penelitian dalam rangka
penulisan Skripsi pada Program Studi Teknik Elektro



**MUHAMMAD PANDU RIZQI ABDILLAH
M1A118027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2023**

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **EVALUASI KINERJA PLTS 1200WP DI DESA BUNGKU DUSUN KUNANGAN JAYA II RT.28** yang disusun oleh **MUHAMMAD PANDU RIZQI ABDILLAH, NIM: M1A118027** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 6 Februari 2023 dan dinyatakan lulus.

Susunan Tim Penguji

Ketua	: Samratul Fuady, S.T., M.T.
Sekretaris	: Andre Rabiula, S.Kom., M.Eng.
Anggota	: 1. Abdul Manab, S.T., M.T. 2. Yosi Riduas Hais, S.ST., M.T. 3. Dasrinal Tessal, S.T., M.T.

Disetujui :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Samratul Fuady, S.T., M.T.
NIP. 199005022019031013

Andre Rabiula, S.Kom., M.Eng.
NIP. 199210122022031010

Diketahui :

Dekan,
Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Jurusan,
Teknik Elektro

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004

Nehru, S.Si., M.T.
NIP. 197602082001121002

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Banjarnegara tanggal 22 Mei 1999. Penulis merupakan anak pertama dari 3 (tiga) bersaudara, dari pasangan Djati Gilang. K dan Lestari Ekowati. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 97 Jambi pada tahun 2011. Kemudian dilanjutkan dengan pendidikan di SMP Negeri 14 Jambi lulus tahun 2014 dan penulis melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 12 Bandung lulus pada tahun 2017.

Pada tahun 2018 penulis diterima sebagai Mahasiswa Universitas Jambi di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro yang sekarang telah bergabung dengan Fakultas Sains dan Teknologi, melalui jalur SMMPTN. Dibawah bimbingan Bapak Samratul Fuady, S.T., M.T. sebagai Pembimbing Utama dan Bapak Andre Rabiula, S.Kom., M.Eng. sebagai Pembimbing Pendamping, peneliti menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Evaluasi Pemanfaatan PLTS 1200WP Di Desa Bungku Dusun Kunangan Jaya II RT.28”.

PRAKATA

Puji dan syukur Penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas berkat dan rahmat-Nya Penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Evaluasi Pemanfaatan PLTS 1200WP Di Desa Bungku Dusun Kunangan Jaya II RT.28” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi serta memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Jambi.

Penulis sangat menyadari bahwa tanpa bimbingan, arahan, bantuan dan do’a dari berbagai pihak, skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, yaitu kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan berkah, rahmat serta hidayah-Nya sehingga laporan ini bisa selesai tepat pada waktunya.
2. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc.,D.I.T selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
3. Bapak Nehru, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
4. Bapak Bapak Abdul Manab, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi serta selaku Dosen Penguji 1 sidang skripsi.
5. Bapak Samratul Fuady, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan masukan dan saran.
6. Bapak Andre Rabiula, S.Kom., M.Eng. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan masukan dan saran.
7. Bapak Yosi Riduas Hais, S.ST., M.T. selaku dosen penguji 2 sidang skripsi yang telah memberikan masukan dan saran.
8. Bapak Dasrinal Tessal, S.T., M.T. selaku dosen penguji 3 sidang skripsi yang telah memberikan masukan dan saran.
9. Kedua orang tua saya, serta saudara/i dan keluarga yang telah memberikan dukungan serta doanya.
10. Bapak dan Ibu dosen yang pernah mengajar di Program Studi Teknik Elektro Universitas Jambi
11. Rekan – rekan seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2018 yang turut membantu dan dukungan.
12. Keluarga Besar Tim PHP2D HIMATRO UNJA berserta masyarakat Desa Bungku RT.28.

13. Serta untuk semua pihak yang terlibat yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangatlah penulis harapkan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat dijadikan referensi untuk penulisan berikutnya.

Jambi,
Penulis

Muhammad Pandu Rizqi Abdillah

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	ii
RINGKASAN	iii
PENGESAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Penelitian Terkait	3
2.2 Desa Bungku	4
2.3 Parameter-parameter Daya Listrik	5
2.2.1 Tegangan Listrik	5
2.2.2 Arus Listrik	6
2.2.3 Daya Listrik	6
2.2.4 Faktor Daya	8
2.4 Evaluasi Komponen PLTS	9
2.3.1 Evaluasi Panel Surya	9
2.3.2 Evaluasi <i>Solar Charge Controller</i>	12
2.3.3 Evaluasi Inverter	13
III. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Metode Penelitian	15
3.4 Studi Literatur	16
3.5 Pengumpulan Data	16
3.5.1 Data Parameter Pada Panel Surya	16
3.5.2 Data Parameter Pada SCC	17

3.5.3	Data Pada Parameter Inverter	17
3.6	Pengolahan Data	17
3.6.1	Perhitungan Efisiensi Panel Surya	17
3.6.2	Perhitungan Efisiensi Charge Controller	17
3.6.3	Perhitungan Efisiensi Inverter	17
3.6.4	Data Daya Listrik	18
3.7	Analisis Data	18
3.7.1	Analisis Parameter Listrik	18
3.7.2	Analisis Komponen PLTS	18
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1	Hasil	19
4.1.1	Data <i>Line Diagram</i> Sistem PLTS 1200WP di Desa bungku	19
4.1.2	Data Pada Panel Surya	20
4.1.3	Data Pada <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	23
4.1.4	Data Pada Inverter	26
4.1.6	Data Efisiensi Pada Panel Surya	27
4.1.7	Data Efisiensi Pada <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	31
4.1.8	Data Efisiensi Pada Inverter	34
4.1.9	Data Keluaran Daya Listrik PLTS	35
4.2	Pembahasan	37
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
	DAFTAR PUSTAKA	40
	LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Referensi Penelitian Terkait	3
2. Tabel Data Komponen PLTS	9
3. Spesifikasi Panel Surya Polycrystalline 100WP	10
4. Spesifikasi Panel Surya Monocrytalline 100WP	11
5. Spesifikasi MPPT (Maximum Power Point Tracker) 60A.....	13
6. Spesifikasi Inverter Pure Sine Wave 2000VA	14
7. Data panel surya pada line A.....	20
8. Data panel surya pada line B	22
9. Data Rata-rata SCC Line A	24
10. Data Rata-rata SCC Line B.....	25
11. Data Rata-rata Inverter	26
12. Data rata-rata efisiensi panel surya pada line A	28
13. Data rata-rata efisiensi panel surya pada line B.....	29
14. Data rata-rata efisiensi SCC pada line A	31
15. Data rata-rata efisiensi SCC pada line B	32
16. Data rata-rata efisiensi inverter	34
17. Data keluaran daya listrik PLTS	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Masjid Desa Bungku Dusun Kunangan Jaya II RT.28	5
2. Analogi arus dan tegangan menggunakan media air	6
3. Ilustrasi Daya Aktif, Semu, dan Reaktif	8
4. Panel Surya Polycrystalline 100WP	10
5. Panel Surya Monocrystalline 100WP.....	11
6. Maximum Power Point Tracker (MPPT).....	13
7. Inverter FCP-2000.....	13
8. Flowchart Penelitian.....	16
9. Line Diagram Sistem PLTS 1200WP di Desa bungku	19
10. Grafik iradiasi matahari	21
11. Grafik Input dan Output daya Panel Surya Line A.....	22
12. Grafik Input dan Output daya Panel Surya Line B	23
13. Grafik Input dan Output daya SCC Line A	24
14. Grafik Input dan Output daya SCC Line B.....	25
15. Grafik fluktuasi pada daya inverter.....	27
16. Grafik nilai efisiensi panel surya pada line A.....	28
17. Grafik nilai efisiensi panel surya pada line B.....	30
18. Grafik nilai efisiensi SCC pada line A	32
19. Grafik nilai efisiensi SCC pada line B.....	33
20. Grafik nilai efisiensi inverter.....	35
21. Keluaran daya pada sistem PLTS.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Pengukuran Panel Surya Line A 26 November 2022	41
2. Data Hasil Pengukuran Panel Surya Line B 26 November 2022	41
3. Data Hasil Pengukuran Panel Surya Line A 27 November 2022	42
4. Data Hasil Pengukuran Panel Surya Line B 27 November 2022	42
5. Data Hasil Pengukuran Panel Surya Line A 28 November 2022	43
6. Data Hasil Pengukuran Panel Surya Line B 28 November 2022	43
7. Data Hasil Pengukuran Panel Surya Line A 29 November 2022	44
8. Data Hasil Pengukuran Panel Surya Line B 29 November 2022	44
9. Data Hasil Pengukuran Panel Surya Line A 30 November 2022	45
10. Data Hasil Pengukuran Panel Surya Line B 30 November 2022	45
11. Data Hasil Pengukuran SCC Line A 26 November 2022	46
12. Data Hasil Pengukuran SCC Line B 26 November 2022	46
13. Data Hasil Pengukuran SCC Line A 27 November 2022	47
14. Data Hasil Pengukuran SCC Line B 27 November 2022	47
15. Data Hasil Pengukuran SCC Line A 28 November 2022	48
16. Data Hasil Pengukuran SCC Line B 28 November 2022	48
17. Data Hasil Pengukuran SCC Line A 29 November 2022	49
18. Data Hasil Pengukuran SCC Line B 29 November 2022	49
19. Data Hasil Pengukuran SCC Line A 30 November 2022	50
20. Data Hasil Pengukuran SCC Line B 30 November 2022	50
21. Data Hasil Pengukuran Inverter 26 November 2022	51
22. Data Hasil Pengukuran Inverter 27 November 2022	51
23. Data Hasil Pengukuran Inverter 28 November 2022	52
24. Data Hasil Pengukuran Inverter 29 November 2022	52
25. Data Hasil Pengukuran Inverter 30 November 2022	53
26. Data Hasil Pengukuran Keluaran Daya 26 November 2022	53
27. Data Hasil Pengukuran Keluaran Daya 27 November 2022	54
28. Data Hasil Pengukuran Keluaran Daya 28 November 2022	54
29. Data Hasil Pengukuran Keluaran Daya 29 November 2022	55
30. Data Hasil Pengukuran Keluaran Daya 30 November 2022	55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi terbarukan adalah sumber energi yang asalnya dari sumber daya alam dan tidak akan habis, hal tersebut dikarenakan sumber energi ini terbentuk melalui proses alam yang berkelanjutan. Manfaat dari energi terbarukan bisa dirasakan sepanjang masa karena jumlahnya yang sangat melimpah. Indonesia secara geografis sebagai negara beriklim tropis, lintang garis khatulistiwa berpotensi mendapatkan energi surya yang cukup baik. Penggunaan sinar matahari sebagai sumber energi sudah mulai banyak dilakukan di berbagai negara. Sayangnya, menurut data International Renewable Energy Agency (IRENA), Indonesia menjadi negara G20 dengan kapasitas pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terendah di tahun 2020. Kapasitas PLTS yang dimiliki negara kita pada saat itu hanya 171,8 MW. (Siti Nur Aeni, 2022)

Bagi masyarakat yang tinggal di daerah pedesaan, penyediaan energi listrik merupakan masalah utama. Karena jaringan listrik PLN belum menjangkau pada daerah tersebut. Untuk mengatasi ketiadaan energi listrik di daerah tersebut adalah mengubah cahaya matahari yang melimpah menjadi energi listrik menggunakan teknologi *photovoltaic*. Sistem penyediaan listrik seperti ini disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). (Eriyanto, 2017)

PLTS desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 mulai dibangun pada tanggal 23 Agustus 2021 dan diresmikan tanggal 30 November 2021. PLTS ini dibangun dengan menggunakan dana pemerintah yaitu dari Program Holistik Pembinaan Dan Pemberdayaan Desa (PHP2D). PLTS menggunakan sistem *off grid* yang dirancang agar bisa beroperasi mandiri dengan pemanfaatan *array photovoltaic* saja, tanpa menggunakan sumber tambahan energi lain. Daya yang dihasilkan dari PLTS tersebut adalah 1.200WP yang digunakan untuk fasilitas umum seperti lampu penerangan jalan, mushola, dan (pondok bersalin desa) polindes.

Evaluasi dalam dunia akademis merupakan salah satu komponen yang tak kalah penting dengan proses pembelajaran. Evaluasi merupakan suatu proses untuk mengumpulkan, menganalisis dan menginterpretasi informasi untuk mengetahui tingkat pencapaian suatu program atau proyek yang sedang maupun telah dilakukan. Sistem evaluasi yang baik akan mampu memberikan gambaran tentang kualitas program tersebut. Bagi akademisi sendiri, sistem evaluasi yang baik akan mampu memberikan motivasi untuk selalu meningkatkan kemampuannya dan juga mengembangkan suatu proyek yang sedang dikerjakannya. (Magdalena, Hadana Nur Fauzi, & Raafiza Putri, 2020)

Pada penelitian ini, penulis akan mengevaluasi nilai efisiensi komponen PLTS serta mengambil data keluaran dayanya dengan memantau nilai daya masukan dan keluaran pada sistem PLTS di desa Bungku.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa tingkat efisiensi komponen panel surya, SCC (*solar charge controller*), dan inverter pada PLTS 1200WP desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28
2. Bagaimana parameter listrik (daya aktif, daya semu, daya reaktif, dan faktor daya) pada sistem kelistrikan di PLTS desa bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya pembahasan maka penelitian ini memiliki batasan – batasan masalah, yaitu:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada PLTS 1200WP yang berada di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28.
2. Penelitian ini hanya mengambil data efisiensi komponen panel surya, SCC (*solar charge controller*), dan inverter.
3. Penelitian ini mengevaluasi parameter daya listrik PLTS dan komponennya tanpa memperbaiki atau mengubah sistem PLTS.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menghitung efisiensi panel surya, SCC (*solar charge controller*), dan inverter pada PLTS 1200WP di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28
2. Dapat mengetahui *power factor* pada PLTS 1200WP yang berada di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter listrik pada sistem kelistrikan tiap-tiap komponen PLTS di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 dan dapat menjadi acuan bagi semua pihak yang ingin mengembangkan penggunaan energi baru dan terbarukan khususnya energi surya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Tujuan dari penelitian terkait adalah untuk sebagai bahan perbandingan dan bahan acuan. Berikut merupakan penelitian-penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 1. Referensi Penelitian Terkait

Penusli dan Tahun	Judul	Keterangan
(Eriyanto, 2017)	Evaluasi Pemanfaatan PLTS Terpusat Sinding Kabupaten Bengkayang	Penelitian ini menjelaskan tentang identifikasi kapasitas komponen pada PLTS seperti menghitung <i>PV Area</i> , menghitung daya yang dibangkitkan PLTS dan biaya operasional PLTS menggunakan pendekatan kualitatif.
(Didik Martono, 2017)	Evaluasi Rugi-rugi Jaringan yang Dilayani Oleh Jaringan PLTS Terpusat Sinding	Penelitian ini menjelaskan tentang menganalisa dan menghitung jatuh tegangan, rugi-rugi daya aktif, serta sistem distribusi pada PLTS Sinding dengan menggunakan pendekatan statistik.
(Fery Hidayat, Dani Rusirawan, & Tanjung, 2019)	Evaluasi Kinerja PLTS 1000 Wp di Itenas Bandung	Penelitian ini menganalisa dan mengambil data berbagai parameter seperti iradiasi matahari (G), temperatur <i>photo voltaic</i> (Tc), tegangan keluaran modul (V), dan arus keluaran modul (I) dengan menggunakan arduino.

Penusli dan Tahun	Judul	Keterangan
(Roni Saputra & Bachtiar, 2017)	Evaluasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Skala Rumah Tangga (Shs) Bantuan Pemerintah Kota Batam Di Pulau Geranting Dan Pulau Tumbur Kelurahan Pulau Terong Kecamatan Belakang Padang	Penelitian ini melakukan observasi <i>solar home system</i> bantuan pemerintah kota Batam yang terpasang pada tiap rumah dengan menganalisis permasalahan pada komponen-komponen menggunakan pendekatan kuantitatif.
(Adrianti, 2016)	Evaluasi Keandalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Yang Terhubung Ke Grid	Penelitian ini menganalisis keandalan PLTS berdasarkan ketersediaan cahaya matahari dan kesiapan peralatan PLTS untuk membangkitkan daya listrik.

Dari penelitian terkait di atas terdapat beberapa poin yang dapat diadaptasikan terhadap penelitian ini yaitu diantaranya mengenai parameter listrik dan biaya operasional dan perawatan PLTS setelah dibangun.

2.2 Desa Bungku

Desa Bungku yang terletak di Kabupaten Batang Hari adalah sebuah desa kecil dengan hanya sekitar 11.000 penduduk. Desa ini terletak di sebelah selatan pusat pemerintahan Kecamatan Bajubang. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Batang Hari tahun 2017, jumlah sebaran penduduk di Desa Bungku sekitar 11.423 jiwa. Desa Bungku terdiri dari lima dusun dengan dua dusun sudah teraliri listrik dan tiga dusun lainnya belum teraliri listrik.

Desa Bungku terletak di dataran rendah yang berarti memiliki panas matahari yang lebih banyak dibandingkan dengan daerah di dataran tinggi. Topografi daerah ini merupakan daerah perkebunan kelapa sawit dan sebagian wilayahnya merupakan kawasan hutan yang mana membuat jarak antar rumah warga berjauhan. Sebagian besar masyarakat Bungku berprofesi sebagai petani sawit di perkebunan milik masyarakat. Kondisi daerah ini masih banyak

ditumbuhi pepohonan dan sebagian besar adalah pohon sawit yang membuat kondisi alamnya terlihat asri dan alami.



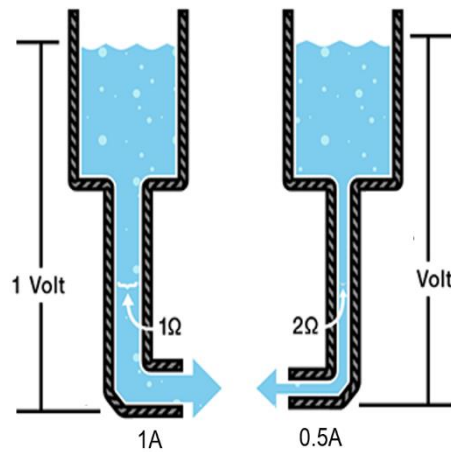
Gambar 1. Masjid Desa Bungku Dusun Kunangan Jaya II RT.28
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2.3 Parameter-parameter Daya Listrik

Tegangan listrik, arus listrik, daya listrik dan hambatan merupakan beberapa parameter dasar yang kerap digunakan di dalam sistem kelistrikan yaitu. Selain parameter besaran listrik tersebut, masih ada faktor penting lainnya yang terdapat sistem tenaga listrik yaitu faktor daya.

2.2.1 Tegangan Listrik

Tegangan listrik atau beda potensial yang memiliki satuan internasional volt (V) ini adalah perbedaan jumlah elektron dalam suatu arus listrik yang digunakan muatan listrik positif untuk berpindah dari satu kutub ke kutub lainnya. Sederhananya, tegangan listrik adalah jumlah energi yang dibutuhkan untuk memindahkan unit muatan listrik dari satu tempat ke tempat lainnya. Muatan listrik dapat kita analogikan sebagai air di dalam sebuah tangki air, sedangkan Tegangan listrik dapat kita analogikan sebagai tekanan air pada sebuah tangki air, semakin tinggi tangki air diatas outlet semakin besar tekanan air karena lebih banyak energi yang dilepaskan. Demikian juga dengan tegangan listrik, semakin tinggi tegangan listriknya maka semakin besar energi potensial yang dikarenakan semakin banyak elektron yang dilepaskan. (H. Ponto, 2018)



Gambar 2. Analogi arus dan tegangan menggunakan media air
(Sumber: Madhuri, 2019)

$$V = I.R \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Kuat Arus (Ampere)

R = Hambatan (Ohm)

2.2.2 Arus Listrik

Arus listrik merupakan aliran elektron dari atom ke atom yang terjadi pada sebuah penghantar dengan kecepatan dalam waktu tertentu. Timbulnya arus listrik dikarenakan adanya beda potensial pada kedua ujung penghantar yang terjadi karena mendapatkan suatu tenaga untuk mendorong elektron-elektron tersebut berpindah tempat. Gerakan aliran elektron ini akan menuju tempat yang lebih lemah tekanannya. Arus memiliki satuan internasional *ampere* (A). (H. Ponto, 2018)

$$I = \frac{V}{R} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

I = Kuat Arus (Ampere)

V = Tegangan Listrik (Volt)

R = Hambatan (Ohm)

2.2.3 Daya Listrik

Daya listrik atau *electric power* adalah jumlah energi yang diserap dalam sebuah rangkaian. Sumber energi akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan

kata lain, daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. (Fadil Riano, 2021)

Daya dibagi menjadi 3 bagian yaitu daya nyata/daya aktif dengan satuan W (*watt*), daya reaktif dengan satuan VAR (*volt ampere reaktif*), dan daya semu dengan satuan VA (*volt ampere*). Nilai dari ketiga daya ini juga sangat dipengaruhi oleh $\cos \phi$ ($\cos \varphi$). Pada listrik 1 fasa 220 Volt PLN biasanya $\cos \varphi$ ini nilainya ditetapkan 0,8. (Rahmad Azly, 2019)

1. Daya Aktif

Daya aktif adalah daya yang sesungguhnya digunakan untuk beban. Daya ini digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi bentuk energi lainnya. Sebagai contoh pada sebuah lampu dimana ada konversi energi listrik menjadi energi cahaya. (Halim Said, 2019)

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Kuat Arus (Ampere)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

2. Daya Semu

Daya semu merupakan keseluruhan kapasitas daya yang belum terpakai. Sederhananya daya ini adalah daya yang tertulis pada tabel spesifikasi suatu alat elektronik atau pembangkit listrik. Daya ini memiliki simbol S dengan satuan VA (*volt ampere*). (Fadil Riano, 2021)

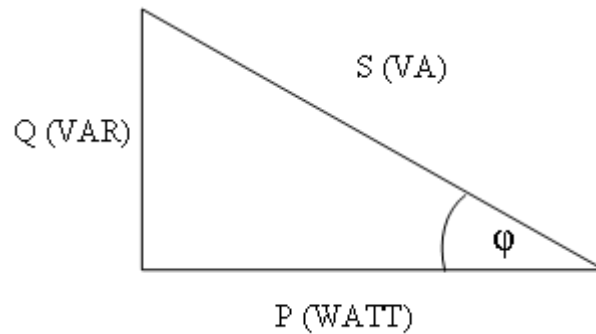
$$S = V \cdot I \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

S = Daya semu (VA)

V = Tegangan listrik (V)

I = Arus Listrik (A)



Gambar 3. Ilustrasi Daya Aktif, Semu, dan Reaktif

3. Daya Reaktif

Daya yang terserap untuk pembentukan medan magnet disebut dengan daya reaktif. Transformator, motor, semua alat yang menimbulkan beban induktif akan menyebabkan terjadinya daya reaktif. Beban induktif disebabkan oleh lilitan kawat atau kumparan yang digunakan untuk membangkitkan medan magnet agar peralatan listrik dapat bekerja dengan baik. (Farid Wajni, 2021)

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

Q = Daya Reaktif (VAR)

S = Daya Semu (VA)

P = Daya Aktif (Watt)

2.2.4 Faktor Daya

Faktor daya didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara sudut daya aktif (Watt) terhadap sudut daya semu (VA). Faktor daya juga dapat diartikan sebagai selisih sudut fase tegangan dan sudut fase arus. Faktor daya dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\cos \varphi = \frac{VxI}{VxI} \dots\dots\dots(7)$$

$$\cos \varphi = 1$$

Dimana:

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

V = Tegangan

I = Arus

Dari persamaan (7) diatas nilai satu adalah nilai ideal dari faktor daya, tapi pada kenyataannya data lapangan memberitahu bahwa nilai faktor daya cenderung berada dibawah 1. Faktor daya yang rendah tidak menguntungkan

karena menyebabkan arus beban tinggi, hal ini menyebabkan naiknya tagihan listrik yang harus dibayarkan idealnya nilai faktor daya yang baik berada diantara 0,8-1. (Fadil Riano, 2021)

2.4 Evaluasi Komponen PLTS

Pembangkit listrik tenaga surya memiliki komponen-komponen yang saling berhubungan satu dengan yang lain, yang mana komponen tersebut akan mempengaruhi kinerja dari PLTS itu sendiri. Tujuan dilakukannya evaluasi ini adalah untuk memastikan bahwa kondisi tiap-tiap komponen pada PLTS dalam keadaan yang baik.

Tabel 2. Tabel Data Komponen PLTS

No	Nama Komponen	Jumlah	Satuan
1	Panel Surya <i>Polycrystalline</i>	7 Buah	100WP
2	Panel Surya <i>Monocrystalline</i>	5 Buah	100WP
3	MPPT PowMr	2 Buah	60A
4	Inverter <i>Pure Sine Wave</i>	1 Buah	2000VA
5	Baterai	4 Buah	100Ah

Tabel diatas adalah tabel data spesifikasi dari pembangkit listrik tenaga surya yang berada di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28

2.3.1 Evaluasi Panel Surya

Panel surya digunakan untuk mengubah energi surya (sinar matahari) menjadi energi listrik. Umumnya terdiri dari sejumlah sel fotovoltaiik, yang disusun secara seri atau paralel untuk menghasilkan tegangan output. Keluaran panel surya menghasilkan tegangan arus searah (DC). Jenis sel surya yang digunakan tergantung pada aplikasinya, harga dan tingkat efisiensi yang diperlukan, dan ketersediaan. Panel PV dapat disambungkan sebagai sistem yang terhubung dengan jaringan (*on grid*) atau di luar jaringan (*off grid*). Energi yang dihasilkan oleh panel surya sering dijadikan alternatif untuk mengatasi kenaikan harga listrik konvensional dan juga non subsidi. Ada beberapa jenis panel surya yang beredar dipasaran diantaranya adalah:

a. Monocrystalline

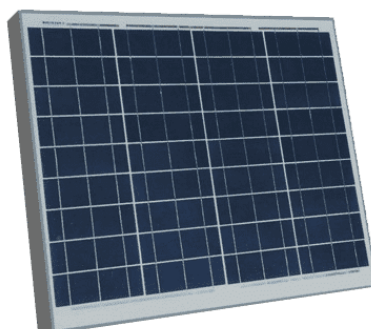
Monocrystalline adalah panel surya yang terbuat dari batangan kristal silikon murni. Panel surya jenis ini merupakan jenis yang paling efisien karena dapat menghasilkan daya listrik per satuan luas dan memiliki efisiensi hingga 16%-19%. Kelemahan dari panel ini adalah tidak dapat bekerja dengan baik di

tempat dengan tingkat cahaya rendah atau berawan, karena efisiensinya akan turun drastis.

b. Polycrystalline

Panel polikristalin adalah jenis panel surya yang terbuat dari beberapa batang silikon dan dilebur bersama. Batang-batang silikon tersebut kemudian ditempatkan dalam cetakan berbentuk persegi, yang disusun secara acak. Panel jenis ini memiliki efisiensi sekitar 13%-17% jika dibandingkan dengan panel monocrystalline, karenanya harganya cenderung lebih miring. Panel ini membutuhkan luas permukaan yang lebih besar jika dibandingkan dengan panel monocrystalline dan mungkin membutuhkan perawatan yang lebih banyak daripada panel monocrystalline; namun demikian panel ini masih dapat menghasilkan listrik bahkan dalam kondisi cuaca mendung.

Panel surya yang digunakan di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 adalah yang berjenis *monocrystalline* dan *polycrystalline*. Tipe panel surya *monocrystalline* memiliki beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh tipe yang lain yaitu memiliki efisiensi yang tinggi, dan memiliki umur yang panjang. *Monocrystalline* terbuat dari kristal silikon murni yang diiris tipis dengan menggunakan mesin hingga berbentuk bundar. Panel surya ini disebut *monocrystalline* karena menggunakan silikon tunggal. Tipe panel surya *polycrystalline* adalah panel surya yang dibuat dari batang kristal silikon yang dilebur lalu ditumpahkan ke dalam cetakan berbentuk persegi. Panel surya tipe *polycrystalline* ini memiliki efisiensi yang lebih rendah dari panel surya tipe *monocrystalline*, walaupun begitu panel tipe *polycrystalline* banyak digunakan karena harganya yang lebih terjangkau.

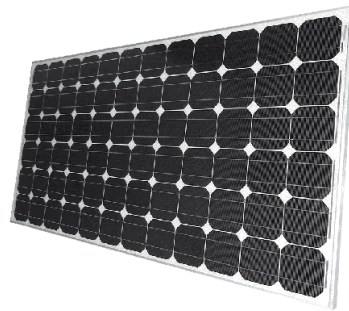


Gambar 4. Panel Surya *Polycrystalline* 100WP
(Sumber: Zamfrescu, 2018)

Tabel 3. Spesifikasi Panel Surya *Polycrystalline* 100WP

Nama	Keterangan
------	------------

<i>Rated Maximum Power (Pmax)</i>	100WP
<i>Voltage at Maximum Power (Vmp)</i>	17.6V
<i>Current at Maximum Power (Imp)</i>	5.71A
<i>Open Circuit Current (Voc)</i>	21V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	6.4A
<i>Maximum System Voltage</i>	1000V DC
Dimensi	110cm x 67cm x 3cm



Gambar 5. Panel Surya *Monocrystalline* 100WP
(Sumber: Zamfrescu, 2018)

Tabel 4. Spesifikasi Panel Surya *Monocrytalline* 100WP

Nama	Keterangan
<i>Rated Maximum Power (Pmax)</i>	100WP
<i>Voltage at Maximum Power (Vmp)</i>	17.4V
<i>Current at Maximum Power (Imp)</i>	5.56A
<i>Open Circuit Current (Voc)</i>	21.6V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	5.94A
<i>Maximum System Voltage</i>	715V DC
Dimensi	67cm x 102cm x 3cm

Kebanyakan dari panel surya akan kehilangan efisiensinya tidak lebih dari 1% setiap tahunnya, yang berarti hal tersebut membuat panel surya memproduksi energi listrik lebih sedikit. Evaluasi pada panel surya bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi panel tersebut dalam keadaan masih layak digunakan atau harus ada pergantian dengan unit yang baru. (Olchewsky David, 2020)

Untuk mengetahui kondisi panel surya bisa dengan mencari nilai efisiensi dari panel surya dengan menggunakan rumus berikut:

$$\eta_{Panel} = \frac{P_{out}}{E \times A} \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

Dimana:

η_{Panel} = Efisiensi *Solar Charge Controller*

$P_{out panel}$ = Daya keluar

E = Intensitas cahaya matahari

A = Luas penampang

2.3.2 Evaluasi *Solar Charge Controller*

Solar Charge Controller merupakan komponen dalam sistem PLTS untuk mengatur arus dan tegangan dari panel surya yang digunakan agar pada pengisian baterai tidak berlebih (*over charge*). Pada umumnya *Solar Charge Controller* dibagi menjadi dua yaitu *Pulse Width Modulation* (PWM) dan *Maximum Power Point Tracker* (MPPT). (Perdana, 2020)

Pulse Wide Modulation (PWM) bekerja mengatur aliran energi listrik ke baterai dengan arus secara bertahap. Ketika baterai penuh, PWM tetap mensuplai daya dalam jumlah kecil untuk menjaga baterai tetap penuh. PWM lebih simpel dan ekonomis dibandingkan dengan MMPT. *Maximum Power Point Tracker* (MPPT) lebih efisien saat digunakan untuk mengisi ulang baterai karena terdapat fitur untuk membatasi output untuk memastikan baterai tidak *overcharging*. MPPT akan memonitor dan menyesuaikan input untuk mengatur arus solar sistem, serta dapat memutus arus dari panel ketika baterai sudah penuh. Harga MPPT jauh lebih mahal dari pada PWM. (Perdana, 2020)

Untuk mengetahui kondisi *solar charge controller* (SCC) bisa dengan mencari nilai efisiensi dari SCC dengan menggunakan rumus berikut: (Perdana, 2020)

$$\eta_{SCC} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (11)$$

Dimana:

η_{SCC} = Efisiensi *Solar Charge Controller*

$P_{out SCC}$ = Daya keluar

$P_{in SCC}$ = Daya masuk



Gambar 6. Maximum Power Point Tracker (MPPT)
(Sumber: Iyan, 2021)

Tabel 5. Spesifikasi MPPT (*Maximum Power Point Tracker*) 60A

Nama	Keterangan
<i>Rated Current</i>	60A
<i>Maximum Input Voltage</i>	150V DC
<i>System Voltage</i>	DC 12V/24V/36V/48V
Dimensi	21.4cm x 11.5cm x 5cm
<i>Max MPPT Tracking Efficiency</i>	$\geq 98.1\%$

2.3.3 Evaluasi Inverter

Inverter adalah perangkat yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) pada tegangan yang lebih tinggi. Efisiensi inverter mengacu pada berapa banyak daya DC yang akan diubah ke daya AC, efisiensi tipikal dari inverter gelombang sinus murni berkualitas tinggi bervariasi dari 90% hingga 95%. Oleh karena itu efisiensi inverter dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Naufal Al Majid, 2022)



Gambar 7. Inverter FCP-2000
(Sumber: Alfandio.2020)

Tabel 6. Spesifikasi Inverter *Pure Sine Wave* 2000VA

Nama	Keterangan
<i>Rated Power</i>	2000W
<i>Output Voltage</i>	220V/230 ± 5V
<i>Maximum Input Voltage</i>	250A
<i>Output Frequency</i>	50Hz
<i>Output Waveform</i>	PURE SINE WAVE
<i>Load Power Factor</i>	0.98
Dimensi	36.5cm x 17.7cm x 8.3cm

$$\eta_{inverter} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (13)$$

Dimana:

$\eta_{inverter}$ = Efisiensi inverter

$P_{out inv}$ = Daya keluar

$P_{in inv}$ = Daya masuk

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di dusun Kunangan Jaya II desa Bungku RT.28, Kecamatan Bajubang, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. Waktu yang digunakan untuk melakukan penelitian ini kurang lebih 5 hari. Suplai listrik dusun Kunangan Jaya II desa Bungku RT.28 didapat dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), yang disalurkan untuk fasilitas umum seperti penerangan jalan, pondok bersalin desa, serta mushola.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang digunakan untuk mengukur parameter-parameter kelistrikan selama penelitian di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 adalah sebagai berikut:

1. Tang Kombinasi
2. Tang Meter
3. Multimeter
4. Obeng Ganda
5. KWh Meter

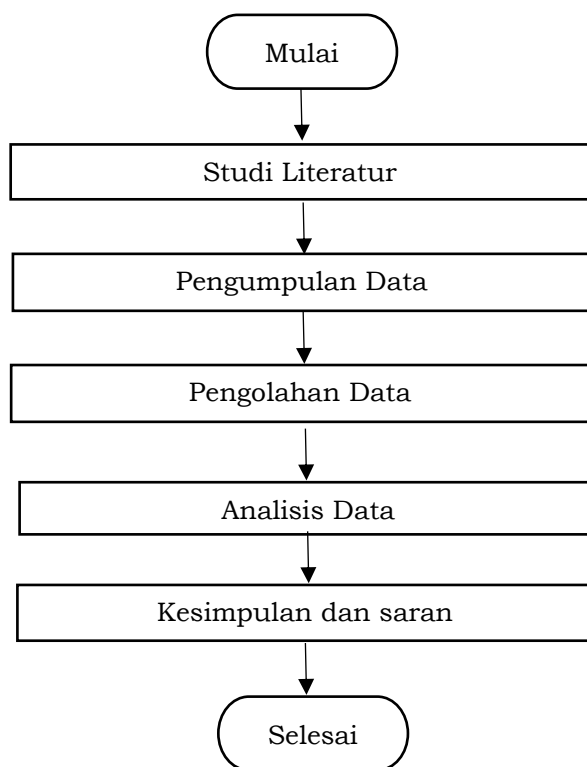
Dalam penyusunan laporan penelitian juga dibutuhkan beberapa perangkat lunak yang mendukung penelitian. Berikut beberapa perangkat lunak yang dibutuhkan dalam penelitian:

1. Microsoft Excel
2. Microsoft Word

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memantau parameter listrik dengan pendekatan penelitian survei dimana tidak ada dilakukan perubahan terhadap variabel ataupun komponen yang diteliti. Setelah data didapatkan maka akan dilakukan proses pengolahan data dan mengambil kesimpulan dari hasil pengolahan data untuk dapat diambil beberapa solusi secara umum untuk perbaikan variabel dan komponen PLTS.

Evaluasi pemanfaatan PLTS 1200WP di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 dapat digambarkan dalam bentuk diagram *chart flow* sebagai berikut:



Gambar 8. *Flowchart Penelitian*

3.4 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan informasi maupun untuk memecahkan masalah yang berkaitan dan mendukung penelitian. Informasi atau materi bisa didapatkan dari jurnal, buku maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian seperti *website*. Pada tahap ini penulis menggunakan jurnal dan skripsi penelitian terkait yang dapat menunjang penelitian tentang analisis pemanfaatan PLTS sebagai referensi.

3.5 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data pengukuran dan data teknis. Data pengukuran berupa data tegangan, arus, daya dan faktor daya dengan cara mengukur variabel pada *panel box* di PLTS desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28, yang mana digunakan sebagai pusat kontrol sistem PLTS. Pengukuran parameter tersebut dilakukan pada pagi, siang dan sore hari dalam jangka waktu lebih kurang satu bulan.

3.5.1 Data Parameter Pada Panel Surya

Tegangan, arus, intensitas cahaya matahari, dan luas permukaan panel surya merupakan parameter yang digunakan untuk mencari nilai efisiensi panel

surya. Dilakukannya pengukuran parameter ini pada panel surya adalah untuk mengetahui apakah panel surya dalam keadaan baik atau tidak.

3.5.2 Data Parameter Pada SCC

Tujuan melakukan pengukuran parameter pada SCC adalah agar dapat mengetahui kesesuaian parameter yang didapat dengan melihat langsung dari *display* pada SCC yang digunakan mengevaluasi kondisi dari SCC.

3.5.3 Data Pada Parameter Inverter

Tujuan melakukan pengukuran parameter pada inverter adalah agar dapat mengetahui kesesuaian parameter yang didapat dari hasil pengukuran dengan menggunakan multimeter ataupun tang meter terhadap data spesifikasi inverter yang digunakan dan pernyataan-pernyataan yang mendukung dalam analisis kerusakan komponen PLTS.

3.6 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan sebuah proses lanjutan dari pengumpulan data untuk mendapatkan hasil dari data mentah yang sebelumnya dikumpulkan. Data yang diolah adalah data *output* berupa arus dan tegangan yang mana nantinya untuk mendapatkan nilai efisiensi komponen PLTS.

3.6.1 Perhitungan Efisiensi Panel Surya

Perhitungan efisiensi panel surya dapat dilakukan dengan cara menghitung keluaran daya dan masukan daya pada panel surya menggunakan persamaan (10). Persamaan tersebut digunakan untuk mengetahui persentase efisiensi *charge controller*.

3.6.2 Perhitungan Efisiensi Charge Controller

Perhitungan efisiensi *charge controller* dapat dilakukan dengan cara menghitung keluaran daya dan masukan daya pada *charge controller* menggunakan persamaan (11). Persamaan tersebut digunakan untuk mengetahui persentase efisiensi *charge controller*.

3.6.3 Perhitungan Efisiensi Inverter

Perhitungan efisiensi inverter dapat dilakukan dengan cara menghitung keluaran daya dan masukan daya pada inverter menggunakan persamaan (13). Persamaan tersebut digunakan untuk mengetahui persentase efisiensi inverter.

3.6.4 Data Daya Listrik

Data daya listrik yang diambil adalah daya aktif, daya reaktif, daya semu, dan juga faktor daya. Daya aktif bisa didapatkan dengan mengacu pada persamaan (3). Daya semu bisa didapatkan dengan menggunakan persamaan (4). Kemudian daya reaktif bisa didapatkan dengan memakai persamaan (5).

3.7 Analisis Data

3.7.1 Analisis Parameter Listrik

Analisis parameter listrik ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan, arus, dan daya pada sistem PLTS desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kondisi *output* listrik di PLTS diantaranya apakah adanya penggunaan energi listrik berlebih yang tidak sesuai dengan rancangan awal.

3.7.2 Analisis Komponen PLTS

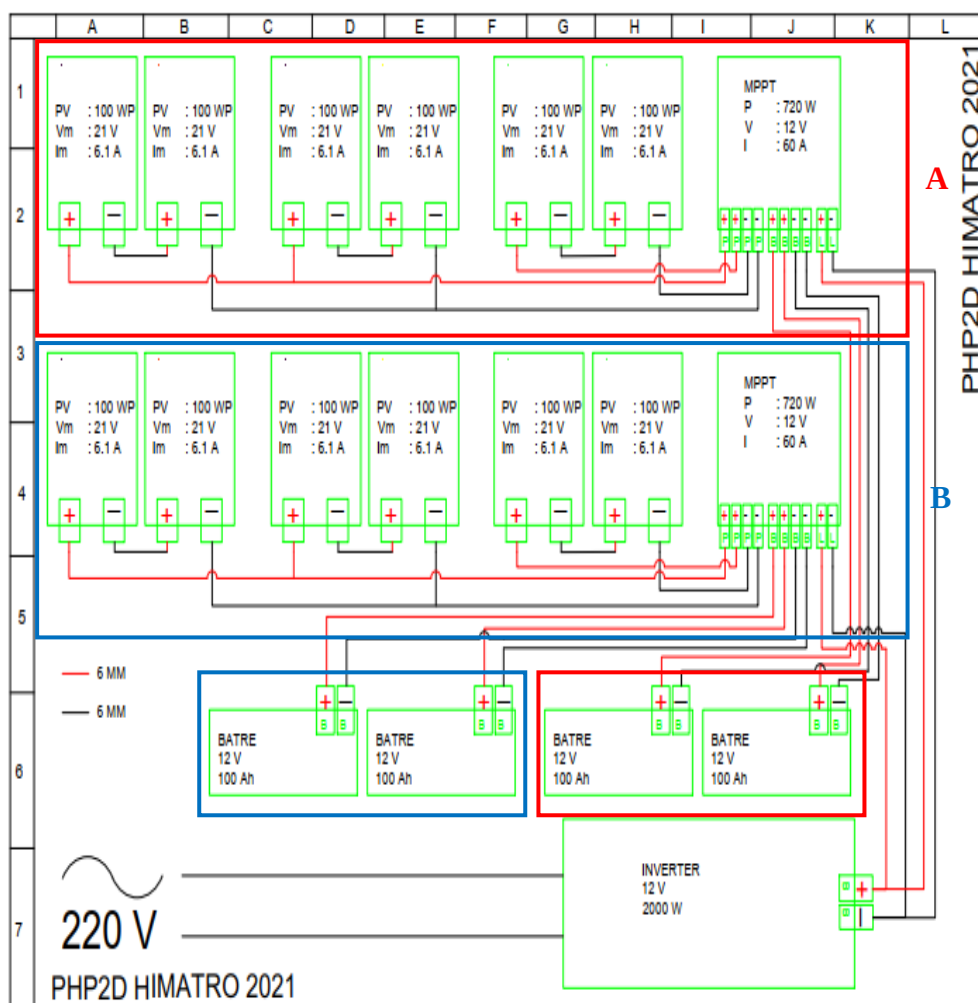
Analisis pemakaian energi dapat dilakukan dengan melakukan pemeriksaan pada kondisi komponen serta bisa dengan mengambil nilai masukan dan keluaran pada komponen. Evaluasi ini dilakukan untuk mencari tahu apakah kondisi komponen masih dalam keadaan baik atau tidak.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Efisiensi pada masing-masing komponen sistem pembangkit listrik tenaga surya diperoleh dengan melaksanakan pengukuran-pengukuran pada setiap komponen seperti pada blok diagram sistem. Analisis efisiensi komponen pada sistem PLTS dilakukan untuk komponen panel surya, *solar charge controller*, baterai, dan inverter dan efisiensi saluran dari sistem baterai ke inverter.

4.1.1 Data Line Diagram Sistem PLTS 1200WP di Desa bungku



Gambar 9. Line Diagram Sistem PLTS 1200WP di Desa bungku

Sistem pembangkit listrik tenaga surya di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 menggunakan rangkaian seri dan paralel pada PVnya, yang mana pada *line A* (garis merah) terdapat enam buah panel surya jenis *polycrystalline* dirangkai seri menjadi tiga pasang yang kemudian di paralelkan

terhubung ke SCC PowMr 60A. Dari SCC akan diteruskan pada baterai shoto 100Ah (garis merah) yang mana baterai tersebut dirangkai paralel yang kemudian diteruskan ke inverter 2000VA. Pada *line B* (garis biru) terdapat satu buah panel jenis *polycrystalline* dan lima jenis panel *monocrystalline* dirangkai seri menjadi tiga pasang yang kemudian di paralelkan terhubung ke SCC PowMr 60A. Dari SCC akan diteruskan pada baterai shoto 100Ah (garis biru) yang mana baterai tersebut dirangkai paralel yang kemudian diteruskan ke inverter 2000VA.

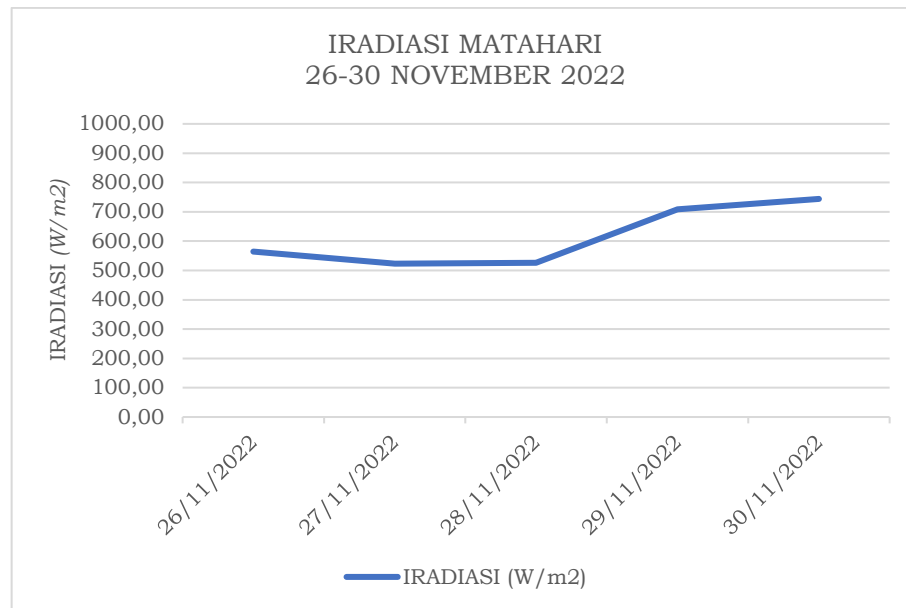
4.1.2 Data Pada Panel Surya

Data panel surya yang diambil adalah data rata-rata iradiasi matahari, luas area panel surya, tegangan *output*, dan arus *output* dari panel surya.

Tabel 7. Data panel surya pada *line A*

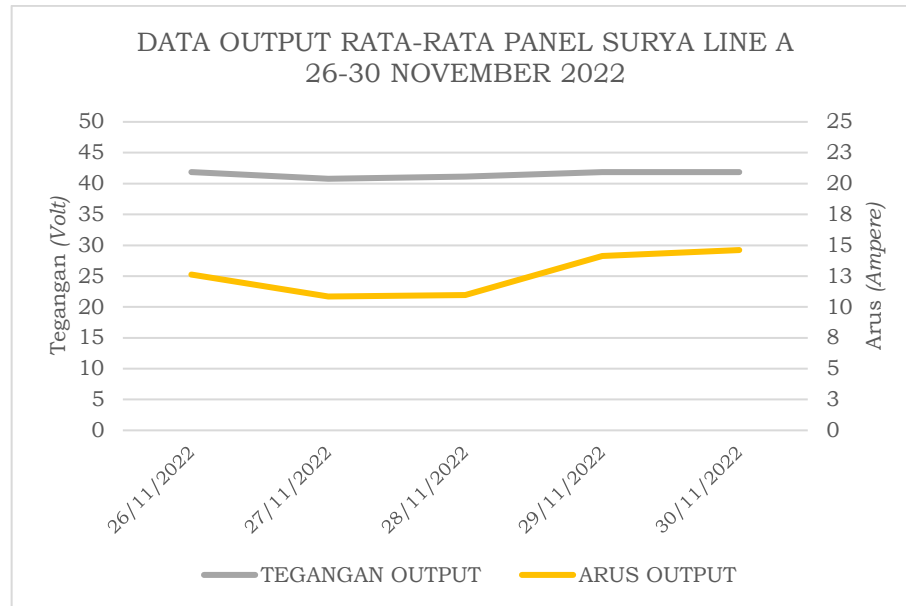
NO	Tanggal	Iradiasi Matahari (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)
1	26 November 2022	564,28	4,18	41,86	12,63
2	27 November 2022	523,17	4,18	40,78	10,85
3	28 November 2022	526,51	4,18	41,11	10,97
4	29 November 2022	708,93	4,18	41,84	14,14
5	30 November 2022	743,99	4,18	41,86	14,61

Tabel di atas adalah data yang diambil dari panel surya *line A*. Hasil pengukuran pada panel surya dilakukan seperti pada tabel 8. Data tersebut diambil selama 6 jam dari jam 09:00 hingga jam 15:00 yang mana ditarik nilai rata-ratanya selama lima hari di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1, lampiran 3, lampiran 5, lampiran, 7, dan lampiran 9.



Gambar 10. Grafik iradiasi matahari

Data pada grafik diatas merupakan data iradiasi matahari yang diambil yang diambil didesa Bungku. Data tersebut diambil selama 6 jam dari jam 09:00 hingga jam 15:00 yang mana ditarik nilai rata-ratanya selama lima hari. Iradiasi matahari rata-rata yang didapatkan selama lima hari penelitian adalah sebesar $613,38 \text{ W/m}^2$. Data iradiasi matahari didapatkan menggunakan *software* SOLCAST, pada tanggal 26-11-2023 hingga 28-11-2023 cenderung konstan lalu pada tanggal 29-11-2023 terjadi perubahan pada grafik. Hal ini disebabkan karena pada tiga hari pertama cuaca berawan sehingga mengakibatkan penurunan suhu dan *shadowwing* yang menutupi permukaan panel. Pada hari keempat dan kelima cuaca mulai panas terik sehingga grafik pada hari tersebut naik dari yang sebelumnya. Data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran pengukuran panel surya yaitu lampiran 1 sampai lampiran 10.



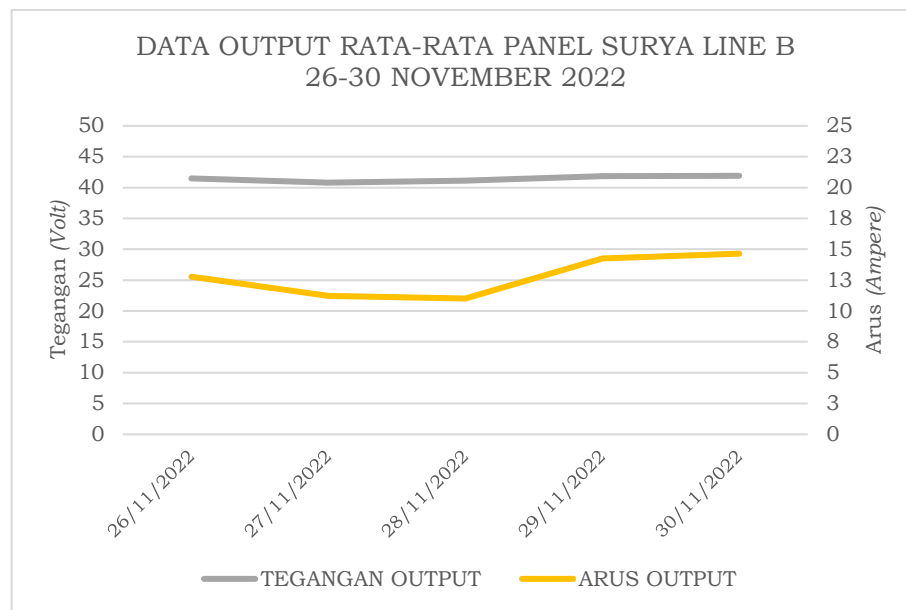
Gambar 11. Grafik Input dan Output daya Panel Surya *Line A*

Data *input* didapatkan dari energi panas matahari dan luas area panel surya lalu data *output* didapatkan dari energi panas matahari yang dikonversikan oleh modul PV menjadi energi listrik. Pada *line A* panel surya memiliki tegangan *output* yang didapat memiliki nilai rata-rata sebesar 41,49V, dan memiliki keluaran rata-rata arus sebesar 12,64A. Nilai tegangan *output* cenderung stabil sedangkan pada arus *output* terjadi keunikan data yang mana kemungkinan terjadi karena faktor pengaruh dari beban.

Tabel 8. Data panel surya pada *line B*

NO	Tanggal	Iradiasi Matahari (W/m ²)	Luas Area (m ²)	Tegangan output (V)	Arus Output (A)
1	26 November 2022	564,28	4,38	41,50	12,79
2	27 November 2022	523,17	4,38	40,79	11,23
3	28 November 2022	526,51	4,38	41,13	11,01
4	29 November 2022	708,93	4,38	41,85	14,26
5	30 November 2022	743,99	4,38	41,90	14,64

Tabel di atas adalah data yang diambil dari panel surya *line B*. Hasil pengukuran pada panel surya dilakukan seperti pada tabel 8. Data tersebut diambil selama 6 jam dari jam 09:00 hingga jam 15:00 yang mana ditarik nilai rata-ratanya selama lima hari di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2, lampiran 4, lampiran 6, lampiran 8, dan lampiran 10.



Gambar 12. Grafik Input dan Output daya Panel Surya *Line B*

Data *input* didapatkan dari energi panas matahari dan luas area panel surya lalu data *output* didapatkan dari energi panas matahari yang dikonversikan oleh modul PV menjadi energi listrik. Pada *line B* panel surya memiliki tegangan *output* yang didapat memiliki nilai rata-rata sebesar 41,49V, dan memiliki keluaran rata-rata arus sebesar 12,64A. Gambar grafik diatas mengalami perubahan yang identik seperti grafik pada *line A* hanya saja nilai *output* pada grafik *line B* tidak sama persis seperti grafik *line A*, hal ini bisa terjadi karena susunan panel surya pada *line B* berbeda dengan susunan panel surya pada *line A* seperti yang sudah dijelaskan diatas pada sub bab Data Line Diagram Sistem PLTS 1200WP di Desa bungku.

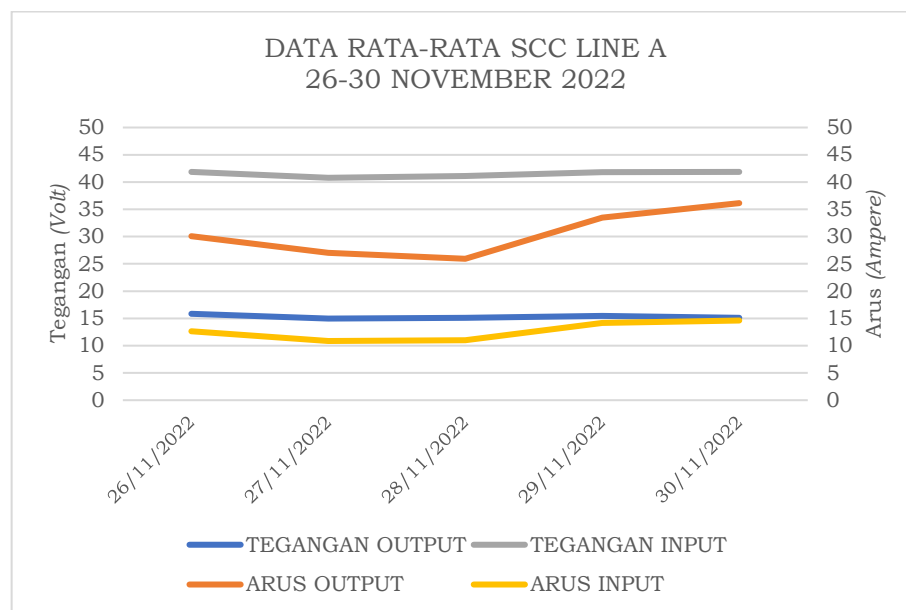
4.1.3 Data Pada Solar Charge Controller (SCC)

Hasil pengukuran pada SCC (*solar charge controller*) dilakukan pengukuran seperti pada tabel 8. Pengukuran data SCC pada *line A* dilaksanakan selama lima hari berturut-turut dan hasil pengukuran di *record* setiap 30 menit sekali.

Tabel 9. Data Rata-rata SCC *Line A*

NO	Tanggal	Tegangan Input (V)	Arus Input (A)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)
1	26 November 2022	41,86	12,63	15,84	30,07
2	27 November 2022	40,78	10,85	14,96	27,00
3	28 November 2022	41,11	10,97	15,13	25,93
4	29 November 2022	41,84	14,14	15,44	33,45
5	30 November 2022	41,86	14,61	15,11	36,13

Tabel di atas adalah hasil data penelitian SCC pada *line A* di desa bungku yang mana penelitian tersebut dilakukan selama lima hari. Data tersebut diambil selama 6 jam dari jam 09:00 hingga jam 15:00 yang mana ditarik nilai rata-ratanya selama lima hari di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 11, lampiran 13, lampiran 15, lampiran 17, dan lampiran 19.

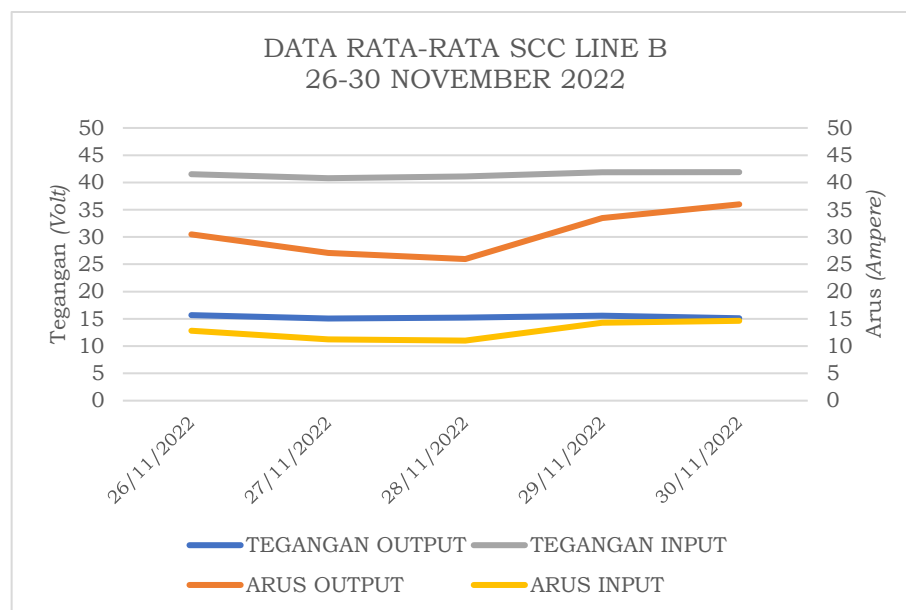
**Gambar 13.** Grafik Input dan Output daya SCC *Line A*

Tegangan *input* rata-rata yang didapatkan selama lima hari penelitian adalah sebesar 41,49V dan arus *input* yang didapat adalah sebesar 12,64A, sedangkan tegangan *output* rata-rata yang didapatkan selama lima hari penelitian adalah sebesar 15,30V dan arus *output* yang didapat adalah sebesar 30,52A. Sama halnya seperti panel surya, nilai tegangan cenderung stabil sedangkan pada arus terjadi keunikan data yang mana kemungkinan terjadi karena faktor pengaruh dari beban.

Tabel 10. Data Rata-rata SCC *Line B*

NO	Tanggal	Tegangan <i>Input (V)</i>	Arus <i>Input (A)</i>	Tegangan <i>Output (V)</i>	Arus <i>Output (A)</i>
1	26 November 2022	41,50	12,79	15,68	30,51
2	27 November 2022	40,79	11,23	15,06	27,10
3	28 November 2022	41,13	11,01	15,25	25,96
4	29 November 2022	41,85	14,26	15,56	33,49
5	30 November 2022	41,90	14,64	15,13	36,00

Tabel di atas adalah hasil data penelitian SCC pada *line B* di desa bungku yang mana penelitian tersebut dilakukan selama lima hari. Data tersebut diambil selama 6 jam dari jam 09:00 hingga jam 15:00 yang mana ditarik nilai rata-ratanya selama lima hari di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 12, lampiran 14, lampiran 16, lampiran 18, dan lampiran 20.

**Gambar 14.** Grafik Input dan Output daya SCC *Line B*

Tegangan *input* rata-rata yang didapatkan selama lima hari penelitian adalah sebesar 41,44V dan arus *input* yang didapat adalah sebesar 12,78A, sedangkan tegangan *output* rata-rata yang didapatkan selama lima hari penelitian adalah sebesar 15,33V dan arus *output* yang didapat adalah sebesar 30,61A. Gambar grafik SCC pada *line B* terlihat sama seperti grafik pada SCC *line A* tapi

jika dilihat pada tabel data, perbedaan nilai antara SCC *line A* dengan SCC *line B* akan terlihat dengan jelas. Hal tersebut dikarenakan perbedaan jenis panel surya yang digunakan sehingga menghasilkan nilai masukan dan keluaran yang berbeda.

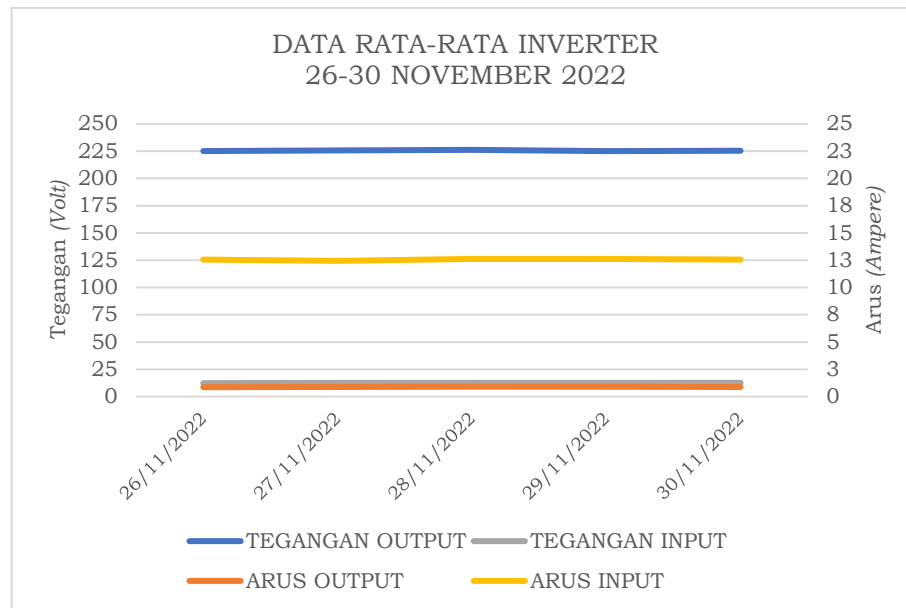
4.1.4 Data Pada Inverter

Hasil pengukuran pada inverter dilakukan pengukuran seperti pada tabel 10. Pengukuran data inverter dilaksanakan selama lima hari berturut-turut dan hasil pengukuran di *record* setiap 30 menit sekali.

Tabel 11. Data Rata-rata Inverter

NO	Tanggal	Tegangan <i>Input (V)</i>	Arus <i>Input</i> <i>(A)</i>	Tegangan <i>Output (V)</i>	Arus <i>Output (A)</i>
1	26 November 2022	12,29	22,64	225,07	0,86
2	27 November 2022	12,59	21,52	225,73	0,87
3	28 November 2022	12,48	20,67	226,17	0,89
4	29 November 2022	12,53	20,76	225,02	0,90
5	30 November 2022	12,63	21,47	225,40	0,89

Tabel di atas adalah hasil data penelitian inverter di desa bungku yang mana penelitian tersebut dilakukan selama lima hari. Data tersebut diambil selama 6 jam dari jam 09:00 hingga jam 15:00 yang mana ditarik nilai rata-ratanya selama lima hari di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 21, lampiran 22, lampiran 23, lampiran, 24, dan lampiran 25.



Gambar 15. Grafik fluktuasi pada daya inverter

Dari data pada tabel penelitian yang dilakukan selama lima hari di Desa Bungku Dusun Kunangan Jaya II RT.28, didapatkan rata-rata tegangan *input* sebesar 12,51 V_{DC} dan arus *input* sebesar 12,55 A_{DC} . Sedangkan untuk tegangan *output* yang didapatkan adalah sebesar 225,48 V_{AC} dan arus output yang dihasilkan adalah sebesar 0,89 A_{AC} . Pada gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai tegangan *input* lebih kecil dari tegangan *output*, hal tersebut dikarenakan tegangan *input* merupakan tegangan DC sedangkan tegangan *output* merupakan tegangan AC. Arus *output* lebih kecil dikarenakan beban yang digunakan juga kecil.

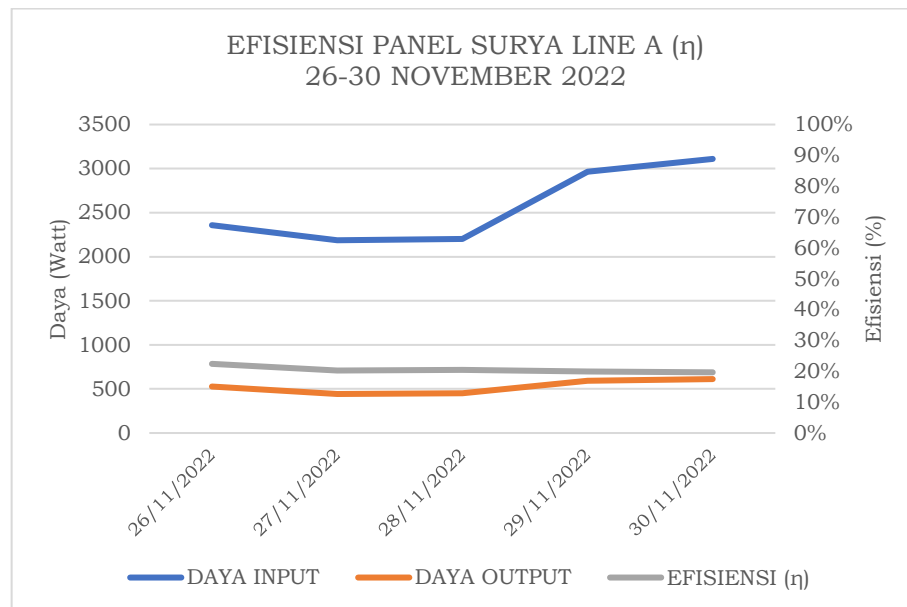
4.1.6 Data Efisiensi Pada Panel Surya

Untuk mengetahui nilai efisiensi dari sebuah *photovoltaic* yaitu dengan membandingkan daya *input* yang diserap oleh *photovoltaic* dengan daya *output* yang dihasilkan dari modul *photovoltaic*. Data yang digunakan sama seperti data pada tabel 11.

Tabel 12. Data rata-rata efisiensi panel surya pada *line A*

NO	Tanggal	Daya Input (watt)	Daya Output (watt)	$\eta_{panel A}$
1	26 November 2022	2358,69	528,72	22 %
2	27 November 2022	2186,83	442,26	20 %
3	28 November 2022	2200,82	450,86	20 %
4	29 November 2022	2963,31	591,67	20 %
5	30 November 2022	3109,90	611,58	20 %

Tabel di atas adalah data daya *input* dan data daya *output* panel surya yang didapat dari *line A*. Data tersebut diambil selama lima hari lama nya di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 yang dilakukan selama enam jam dari jam 09:00 hingga jam 15:00. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1, lampiran 3, lampiran 5, lampiran, 7, dan lampiran 9.

**Gambar 16.** Grafik nilai efisiensi panel surya pada *line A*

Daya input didapatkan dari energi panas matahari dan daya output modul *photovoltaic* didapatkan dari energi yang dihasilkan oleh modul PV yang diubah menjadi energi listrik. Daya *output* rata-rata yang didapatkan selama lima hari penelitian adalah sebesar 525,02watt dan daya *input* yang didapat adalah sebesar 2563,91watt.

$$\eta_{panel Line A} = \frac{P_{out}}{E_{x A}} \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

$$\eta_{Panel Line A} = \frac{525,02}{2563,91} \times 100\%$$

$$\eta_{Panel Line A} = 21\%$$

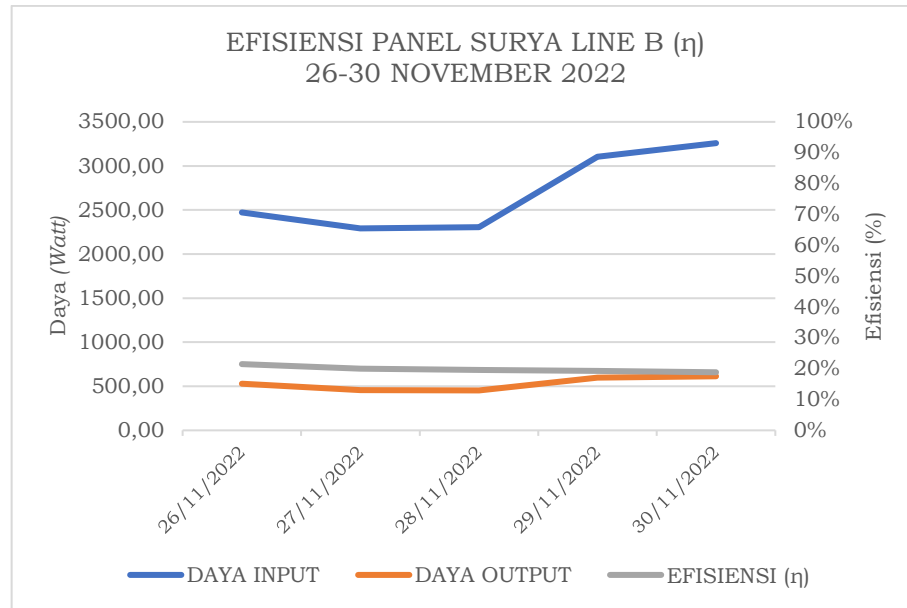
Dengan menggunakan rumus pada persamaan diatas, maka dari itu efisiensi yang didapat adalah sebesar 21%.

Input dari iradiasi matahari pada tiga hari pertama lebih kecil dibandingkan hari keempat dan hari kelima, hal ini kemungkinan terjadi karena pengaruh dari cuaca yang berawan sehingga mempengaruhi faktor suhu dan *shadowwing* yang menutupi permukaan panel surya. Terkait masalah iradiasi matahari atau daya masukan tentunya berdampak hal yang sama pada daya keluaran pada panel surya. Panel surya pada *line A* memiliki kemampuan untuk mengkonversi energi matahari yang diserapnya menjadi energi listrik sebesar 21% sedangkan sisanya dipantulkan kembali ke atmosfer.

Tabel 13. Data rata-rata efisiensi panel surya pada *line B*

NO	Tanggal	Daya <i>Input</i> (watt)	Daya <i>Output</i> (watt)	$\eta_{panel B}$
1	26 November 2022	2471,55	530,69	21 %
2	27 November 2022	2291,46	458,03	20 %
3	28 November 2022	2306,13	452,63	20 %
4	29 November 2022	3105,09	596,72	19 %
5	30 November 2022	3258,69	613,51	19 %

Tabel di atas adalah data daya *input* dan data daya *output* panel surya yang didapat dari *line B*. Data tersebut diambil selama lima hari lama nya di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 yang dilakukan selama enam jam dari jam 09:00 hingga jam 15:00. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2, lampiran 4, lampiran 6, lampiran 8, dan lampiran 10.



Gambar 17. Grafik nilai efisiensi panel surya pada *line B*

Daya input didapatkan dari energi panas matahari dan daya output modul *photovoltaic* didapatkan dari energi yang dihasilkan oleh modul PV yang diubah menjadi energi listrik. Daya *output* rata-rata yang didapatkan selama lima hari penelitian adalah sebesar 530,32watt dan daya *input* yang didapat adalah sebesar 2686,58watt.

$$\eta_{\text{Panel Line B}} = \frac{P_{\text{out}}}{E \times A} \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

$$\eta_{\text{Panel Line B}} = \frac{530,32}{2686,58} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{Panel Line B}} = 20\%$$

Dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan diatas, maka dari itu efisiensi yang didapat adalah sebesar 20%. Panel surya pada *line B* memiliki kemampuan untuk mengkonversi energi matahari yang diserapnya menjadi energi listrik sebesar 20% sedangkan sisanya dipantulkan kembali ke atmosfer. Panel surya pada *line B* memiliki nilai efisiensi yang lebih rendah dari pada *line A* hal ini dikarenakan pada *line B* tersusun panel surya dengan tipe *polycrystalline* yang mana dilihat dari spesifikasinya panel surya tipe ini memiliki nilai efisiensi lebih rendah dari panel suray tipe *monocrystalline*.

Nilai efisiensi dari sebuah modul *photovoltaic* dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu:

1. Suhu permukaan PV yang ideal adalah 25°C dimana PV dapat bekerja secara ideal, apabila suhu permukaan PV lebih dari 25°C maka efisiensinya akan terus berkurang. Hal tersebut dapat diatasi dengan

melakukan pemasangan PV yang diberi ruangan yang cukup di bawah modul PV agar udara dapat menurunkan suhu modul PV saat suhu permukaan PV tinggi.

2. Tata letak pemasangan modul PV pada *charging point shelter* kurang ideal karena terdapat pepohonan yang memungkinkan bayangannya menutupi area modul PV pada jam tertentu.

Intensitas cahaya yang tidak memadai akan mempengaruhi kinerja modul surya. Hal ini diatasi dengan menggunakan sebuah media reflektor yang dapat memantulkan cahaya matahari ketika modul PV membelakangi arah matahari agar meningkatkan daya yang diserap oleh modul.

4.1.7 Data Efisiensi Pada Solar Charge Controller (SCC)

Berdasarkan hasil pengukuran pada sistem pembangkit listrik tenaga surya pada penelitian ini untuk efisiensi *solar charge controller* didapat hasil pengukuran seperti pada tabel 12. Pengukuran dilaksanakan selama lima hari berturut-turut dan hasil pengukuran di record setiap 30 menit sekali. Untuk memperoleh efisiensi *solar charge controller* yang valid maka perhitungan efisiensi dilakukan mulai pukul 09:00 hingga 15:00. Hal ini disebabkan karena modul fotovoltaic pada waktu tersebut mampu melayani pengisian baterai sekaligus pembebanan.

Tabel 14. Data rata-rata efisiensi SCC pada *line A*

NO	Tanggal	Daya Input (watt)	Daya Output (watt)	$\eta_{SCC A}$
1	26 November 2022	528,72	476,34	90 %
2	27 November 2022	442,26	404,06	91 %
3	28 November 2022	450,86	392,36	87 %
4	29 November 2022	591,67	516,58	87 %
5	30 November 2022	611,58	545,81	89%

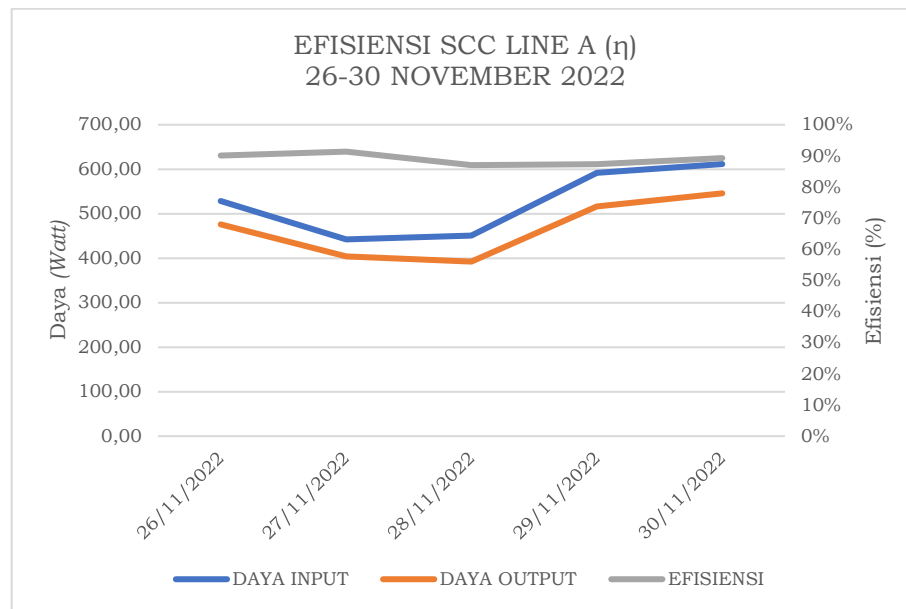
Tabel di atas adalah hasil data penelitian SCC pada *line A* di desa bungku yang mana penelitian tersebut dilakukan selama lima hari. Daya *output* rata-rata yang didapatkan selama lima hari penelitian adalah sebesar 467,03watt dan daya *input* yang didapat adalah sebesar 525,02watt.

$$\eta_{SCC Line A} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (11)$$

$$\eta_{SCC Line A} = 467,03watt / 525,02watt \times 100\%$$

$$\eta_{SCC Line A} = 89\%$$

Dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan diatas, maka dari itu efisiensi yang didapat adalah sebesar 89%. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 11, lampiran 13, lampiran 15, lampiran, 17, dan lampiran 19.



Gambar 18. Grafik nilai efisiensi SCC pada *line A*

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi rata-rata SCC pada *line A* dengan menggunakan persamaan (11) diperoleh efisiensi rata-rata SCC adalah 0,89 atau 89%. Efisiensi pada SCC berubah-ubah diantara nilai 87% hingga 91% yang kemungkinan disebabkan oleh fluktuasi pembebanan, iradiasi matahari dan keadaan baterai.

Tabel 15. Data rata-rata efisiensi SCC pada *line B*

NO	Tanggal	Daya Input (watt)	Daya Output (watt)	$\eta_{SCC B}$
1	26 November 2022	530,69	478,28	90 %
2	27 November 2022	458,03	408,17	91 %
3	28 November 2022	452,63	395,78	87 %
4	29 November 2022	596,72	521,11	87 %
5	30 November 2022	613,51	544,47	89 %

Tabel di atas adalah hasil data penelitian SCC pada *line B* di desa bungku yang mana penelitian tersebut dilakukan selama lima hari. Daya *output* rata-rata

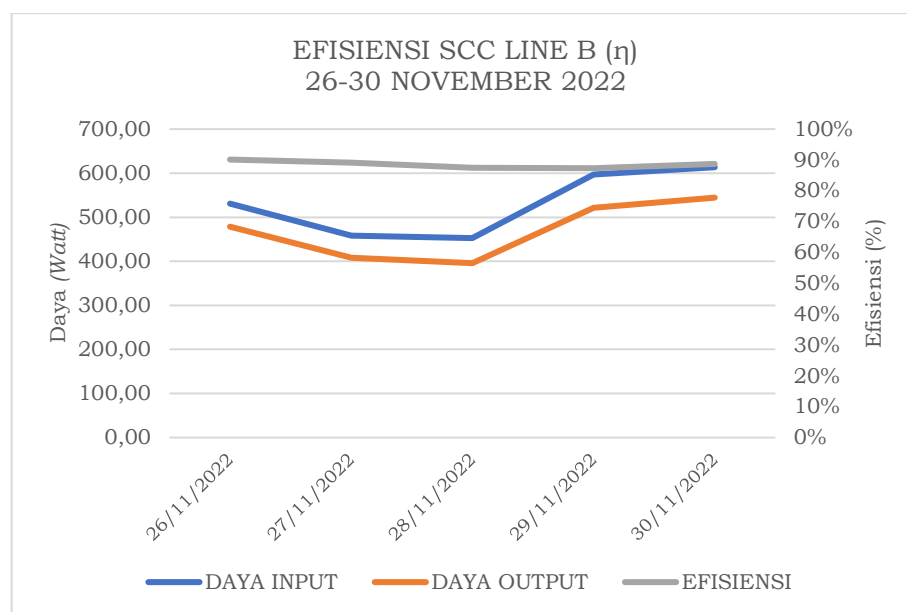
yang didapatkan selama lima hari penelitian adalah sebesar 469,59watt dan daya *input* yang didapat adalah sebesar 530,32watt.

$$\eta_{SCC} \text{ Line A} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (11)$$

$$\eta_{SCC} \text{ Line A} = 469,59\text{watt} / 530,32\text{watt} \times 100\%$$

$$\eta_{SCC} \text{ Line A} = 89\%$$

Dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan diatas, maka dari itu efisiensi yang didapat adalah sebesar 89%. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 12, lampiran 14, lampiran 16, lampiran, 18, dan lampiran 20.



Gambar 19. Grafik nilai efisiensi SCC pada *line B*

Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi rata-rata SCC pada *line B* dengan menggunakan persamaan (11) diperoleh efisiensi rata-rata SCC adalah 0,89 atau 89%. Efisiensi pada SCC berubah-ubah diantara nilai 87% hingga 91% yang disebabkan oleh fluktuasi pembebanan, intensitas cahaya dan keadaan baterai.

Efisiensi *solar charge controller* dari hasil pengukuran mempunyai nilai yang fluktuatif dan mempunyai nilai efisiensi rata-rata 87-91%, rugi-rugi sebesar 9-13% terjadi akibat adanya pembatasan nilai tegangan dan arus pada output SCC untuk memproteksi baterai dari tegangan dan arus lebih dari *modul photovoltaic*.

4.1.8 Data Efisiensi Pada Inverter

Efisiensi inverter yang dihitung berdasarkan persamaan (13) diketahui dengan membandingkan antara daya yang dikeluarkan oleh MPPT ke inverter dengan daya keluaran inverter yakni AC 220V.

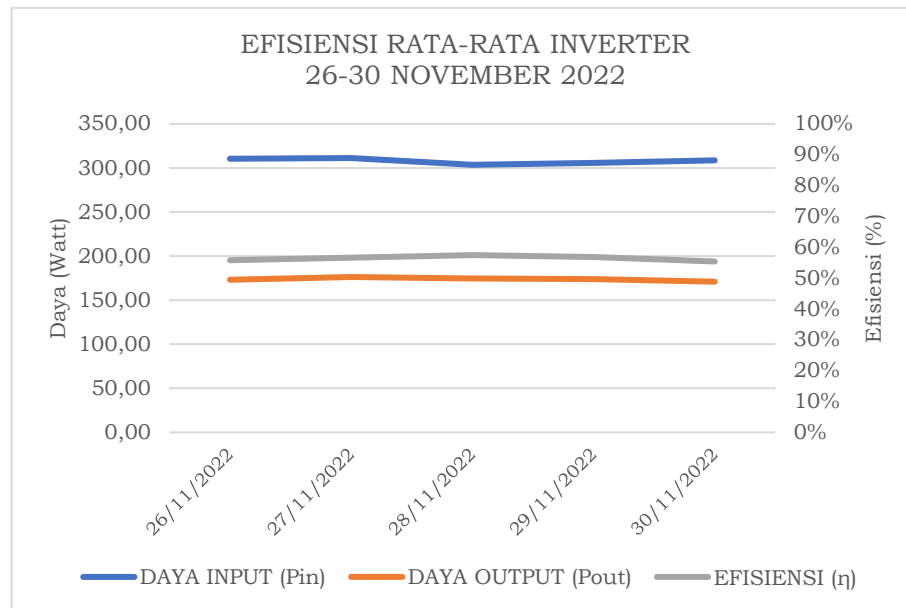
Tabel 16. Data rata-rata efisiensi inverter

NO	Tanggal	Daya <i>Input</i> (watt)	Daya <i>Output</i> (watt)	$\eta_{inverter}$
1	26 November 2022	310,49	173,27	56 %
2	27 November 2022	311,23	176,25	57 %
3	28 November 2022	303,56	174,43	57 %
4	29 November 2022	305,67	173,80	57 %
5	30 November 2022	308,61	170,94	55 %

Dari data pada tabel penelitian yang dilakukan selama lima hari di Desa Bungku Dusun Kunangan Jaya II RT.28, didapatkan rata-rata daya *input* sebesar 307,91 *watt* dan daya *output* sebesar 174,74 *watt*. Sehingga efisiensi inverter dapat dihitung menggunakan persamaan perhitungan (13) dengan membandingkan daya *output* inverter dengan daya *input* inverter adalah.

$$\begin{aligned}\eta_{inverter} &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (13) \\ \eta_{inverter} &= 174,74 / 307,91 \times 100\% \\ \eta_{inverter} &= 56\%\end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan diatas, maka dari itu efisiensi yang didapat adalah sebesar 56%. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 21, lampiran 22, lampiran 23, lampiran, 24, dan lampiran 25.



Gambar 20. Grafik nilai efisiensi inverter

Jika melihat dari spesifikasi, efisiensi tipikal dari inverter gelombang sinus murni berkualitas tinggi bervariasi dari 90% hingga 95%. Nilai yang didapat dilapangan memiliki nilai rata-rata 56%, hal ini berbeda jauh dari nilai yang seharusnya. Hal tersebut bisa jadi dikarenakan komponen transistor didalam inverter tidak memiliki nilai yang sama dengan yang aslinya.

4.1.9 Data Keluaran Daya Listrik PLTS

Parameter daya yang diteliti pada sistem PLTS 1200WP di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 adalah daya aktif, daya semu, daya reaktif, dan factor daya.

Tabel 17. Data keluaran daya listrik PLTS

NO	Tanggal	Daya Aktif	Daya Semu	Daya Reaktif	Faktor Daya
1	26 November 2022	173,27	194,19	87,66	0,89
2	27 November 2022	176,25	197,01	88,03	0,89
3	28 November 2022	174,43	201,92	101,72	0,86
4	29 November 2022	173,80	202,45	103,83	0,86
5	30 November 2022	170,94	199,84	103,52	0,86

Dari data pada tabel penelitian yang dilakukan selama lima hari di Desa Bungku Dusun Kunangan Jaya II RT.28, didapatkan rata-rata daya aktif 173,74watt, daya semu sebesar 199,08VA, daya reaktif sebesar 96,95VAR, dan

faktor daya sebesar 0,87. Rata-rata tegangan dan rata-rata arus bisa dilihat dari data keluaran inverter seperti pada tabel 18.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots(4)$$

$$P = 225,48 \times 0,89 \times 0,87$$

$$P = 173,74 \text{ watt}$$

Data daya aktif bisa didapatkan menggunakan persamaan (4).

$$S = V \cdot I \dots\dots\dots(5)$$

$$S = 225,48 \times 0,89$$

$$S = 199,08 \text{ VA}$$

Data daya semu bisa didapatkan menggunakan persamaan (5).

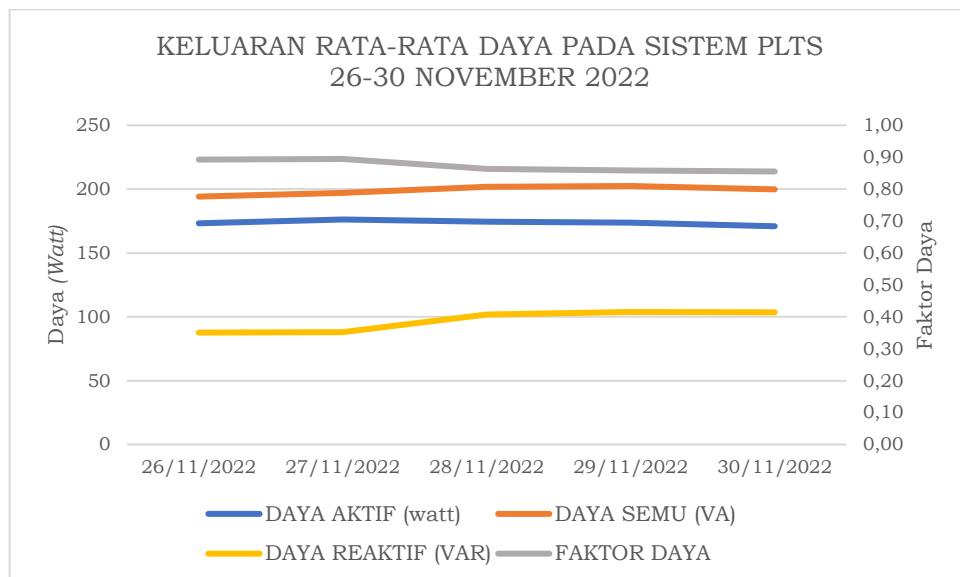
$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \dots\dots\dots(6)$$

$$Q = \sqrt{199,08^2 - 173,74^2}$$

$$Q = 96,95 \text{ VAR}$$

Data daya semu bisa didapatkan menggunakan persamaan (6).

Faktor daya memiliki nilai ideal antara 0,8 hingga 1,0, dalam hal ini bisa dilihat pada tabel bahwasannya faktor daya memiliki nilai ideal yaitu 0,87. Untuk data yang lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 26, lampiran 27, lampiran 28, lampiran 29, dan lampiran 30.



Gambar 21. Keluaran daya pada sistem PLTS

4.2 Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis dan evaluasi komponen utama PLTS seperti panel surya, *solar charge controller*, baterai dan inverter di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28. Serta menganalisis parameter daya yang dihasilkan dari sistem PLTS seperti daya aktif, daya semu, daya reaktif, dan faktor daya.

Radiasi matahari rata-rata yang diperoleh selama lima hari penelitian adalah 613,38W/m². Data penyinaran matahari diperoleh dengan menggunakan *software* SOLCAST, dari tanggal 26-11-2023 sampai dengan tanggal 28-11-2023 cenderung konstan kemudian pada tanggal 29-11-2023 terjadi perubahan grafik. Hal ini dikarenakan pada tiga hari pertama cuaca mendung yang mengakibatkan penurunan suhu dan shadowwing yang menutupi permukaan panel. Pada hari keempat dan kelima cuaca mulai panas sehingga grafik pada hari itu naik dari hari sebelumnya. Pada *line A* panel surya memiliki luas 4,18m². Tegangan keluaran yang diperoleh memiliki nilai rata-rata 41,49V, dan memiliki arus keluaran rata-rata 12,64A. Radiasi matahari rata-rata yang diperoleh selama lima hari penelitian adalah 613,38W/m². Pada *line B* panel surya memiliki luas 4,38m². Tegangan keluaran yang diperoleh memiliki nilai rata-rata 41,44V, dan memiliki arus keluaran rata-rata 12,78A. Daya keluaran rata-rata yang diperoleh selama lima hari penelitian adalah 525,02 watt dan daya masukan yang diperoleh adalah 2563,91 watt, sehingga diperoleh efisiensi sebesar 21%. Daya keluaran rata-rata yang diperoleh selama lima hari penelitian adalah 530,32 watt dan daya masukan yang diperoleh adalah 2686,58 watt, sehingga diperoleh efisiensi sebesar 20%.

Pada SCC *line A* tegangan input rata-rata selama lima hari penelitian sebesar 41,49V dan arus input sebesar 12,64A, sedangkan tegangan output rata-rata selama lima hari penelitian sebesar 15,30V dan arus output sebesar 15,30V. 30,52 A. Pada SCC *line B*, tegangan input rata-rata selama lima hari penelitian adalah 41,44V dan arus input 12,78A, sedangkan tegangan output rata-rata selama lima hari penelitian adalah 15,33V dan arus output yang diperoleh adalah 30,61 A. Efisiensi solar charge controller dari hasil pengukuran memiliki nilai fluktuatif dan memiliki nilai efisiensi rata-rata 87-91%, terjadi loss sebesar 9-13% karena adanya pembatasan nilai tegangan dan arus pada output SCC untuk memproteksi. baterai dari tegangan lebih dan arus lebih dari modul fotovoltaik.

Dari data tabel penelitian yang dilakukan selama lima hari di Desa Bungku, Dusun Kunangan Jaya II RT.28, tegangan input rata-rata 12.51VDC dan arus input 12.55ADC. Sedangkan tegangan keluaran yang didapatkan adalah 225.48VAC dan arus keluaran yang dihasilkan adalah 0.89AAC. Dari data pada

tabel penelitian yang dilakukan selama lima hari di Desa Bungku Dusun Kunangan Jaya II RT.28 didapatkan rata-rata daya masukan sebesar 307,91 watt dan daya keluaran sebesar 174,74 watt. Sehingga efisiensi inverter dapat dihitung dengan membandingkan daya keluaran inverter dengan daya masukan inverter sebesar 56%. Jika Anda melihat spesifikasinya, efisiensi khas inverter gelombang sinus murni berkualitas tinggi bervariasi dari 90% hingga 95%. Nilai yang diperoleh di lapangan memiliki nilai rata-rata 56%, hal ini sangat berbeda dengan nilai sebenarnya. Hal ini bisa jadi karena komponen transistor pada inverter tidak memiliki nilai yang sama dengan aslinya.

Dari penelitian yang dilakukan selama lima hari di Desa Bungku Dusun Kunangan Jaya II RT.28 diperoleh daya aktif rata-rata 173,74 watt, daya semu 199,08VA, daya reaktif 96,95VAR, dan faktor daya 0,87.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan berdasarkan hasil dari pembahasan mengenai evaluasi pemanfaatan PLTS *off-grid* 1200WP di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28, yaitu:

1. Sistem PLTS mempunyai spesifikasi PV *monocrystalline* 500WP dan PV *polycrystalline* 700WP, SCC MPPT 120A, baterai 400Ah, dan inverter 2000W.
2. Dari data hasil pengujian serta perhitungan, didapatkan hasil efisiensi modul surya sebesar 20,19%, efisiensi *Solar charger controller* sebesar 88,78%, dan efisiensi inverter sebesar 56,43%.
3. Dari data keluaran sistem panel surya didapatkan rata-rata daya aktif 173,74watt, daya semu sebesar 199,08VA, daya reaktif sebesar 96,95VAR, dan faktor daya sebesar 0,87.

5.2 Saran

Penelitian yang telah dilakukan tidak terlepas dari berbagai kekurangan. Penulis memiliki beberapa saran dan acuan untuk perbaikan nilai efisiensi sistem PLTS 1200WP di desa Bungku dusun Kunangan Jaya II RT.28 yaitu:

1. Edukasi pada masyarakat desa terhadap perawatan pembangkit listrik tenaga surya
2. Untuk peneliti selanjutnya agar memasukkan parameter suhu dalam penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianti. (2016). EVALUASI KEANDALAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA YANG TERHUBUNG KE GRID.
- Chowdhury, M. S., Rahman, K. S., Chowdhury, T., Nuthammachot, N., Techato, K., M. A., . . . Nowshad, A. (2020). An Overview of Solar Photovoltaic Panels End-of-Life Material Recycling. *Energy Strategy Review*.
- Didik Martono. (2017). EVALUASI RUGI-RUGI JARINGAN YANG DILAYANI OLEH JARINGAN PLTS TERPUSAT SINDING. *ELKHA*.
- Eriyanto. (2017). Evaluasi Pemanfaatan PLTS Terpusat Sinding Kabupaten Bengkayang. *ELKHA*, 35-40.
- Fery Hidayat, Dani Rusirawan, & Tanjung, I. (2019). Evaluasi Kinerja PLTS 1000 Wp di Iteas Bandung. *ELKOMIKA*, 195-208.
- Galib Hashmi, Md. Shamim Hasan, Md. Mazedul Haque Efati, & Md. Habibur Rahman. (2019). Portable Solar Panel Efficiency Measurement System. *SPRINGER NATURE JOURNAL*.
- Hutajulu, A. G., Siregar, M. R., & Pambudi, M. P. (2020, Maret 30). *Jurnal Teknik Elektro*. Retrieved from Journal Untar: <https://journal.untar.ac.id/index.php/tesla/article/view/7333>
- M. H., & Sukmajati, S. (2015). PERANCANGAN DAN ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 10 MW ON GRID DI YOGYAKARTA. *Journal Teknik Elektro*.
- Magdalena, I., Hadana Nur Fauzi, & Raafiza Putri. (2020). PENTINGNYA EVALUASI DALAM PEMBELAJARAN DAN AKIBAT MEMANIPULASINYA.
- Mehang, T. S., Santoso, M., & Tanoto, Y. (2017). Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di Kecamatan Ngadu Ngala, Kabupaten Sumba Timur, NTT. *Jurnal Teknik Elektro*, 1-10.
- Perdana, A. (2020). ANALISIS EFISIENSI SOLAR CHARGER CONTROLLER TIPE PWM DAN MPPT DENGAN METODE SIMULASI. *Teknik Elektro*.
- Roni Saputra, & Bachtiar, I. (2017). EVALUASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SKALA RUMAH TANGGA (SHS) BANTUAN PEMERINTAH KOTA BATAM DI PULAU GERANTING DAN PULAU TUMBAR KELURAHAN PULAU TERONG KECAMATAN BELAKANG PADANG.
- T. S., & B. W. (2018). PERHITUNGAN DAN ANALISIS KESEIMBANGAN BEBAN PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV TERHADAP RUGI-RUGI DAYA (STUDI KASUS PADA PT. PLN UPJ SLAWI).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengukuran Panel Surya *Line A* 26 November 2022

No	Jam	Iradiasi (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	475,79	4,18	1988,80	40,66	10,46	425,30	21%
2	09.30	512,38	4,18	2141,75	40,68	11,05	449,51	21%
3	10.00	563,48	4,18	2355,33	41,13	11,84	486,98	21%
4	10.30	614,57	4,18	2568,90	41,33	12,65	522,82	20%
5	11.00	604,57	4,18	2527,10	41,57	13,42	557,87	22%
6	11.30	594,57	4,18	2485,30	41,67	13,69	570,46	23%
7	12.00	623,97	4,18	2608,17	42,75	14,02	599,36	23%
8	12.30	653,36	4,18	2731,04	42,82	14,01	599,91	22%
9	13.00	606,49	4,18	2535,13	43,03	13,86	596,40	24%
10	13.30	559,62	4,18	2339,21	41,47	13,43	556,94	24%
11	14.00	535,38	4,18	2237,87	42,94	12,76	547,91	24%
12	14.30	511,13	4,18	2136,52	42,46	11,55	490,41	23%
13	15.00	480,35	4,18	2007,86	41,67	11,46	477,54	24%
Rata-rata		564,28	4,18	2358,69	41,86	12,63	529,34	22%

Lampiran 2. Data Hasil Pengukuran Panel Surya *Line B* 26 November 2022

No	Jam	Iradiasi (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	475,79	4,38	2083,96	41,09	10,39	426,93	20%
2	09.30	512,38	4,38	2244,22	40,25	11,42	459,66	20%
3	10.00	563,48	4,38	2468,02	40,70	11,47	466,83	19%
4	10.30	614,57	4,38	2691,82	41,76	13,02	543,72	20%
5	11.00	604,57	4,38	2648,02	42,01	13,05	548,23	21%
6	11.30	594,57	4,38	2604,22	41,24	14,06	579,83	22%
7	12.00	623,97	4,38	2732,97	42,32	13,65	577,67	21%
8	12.30	653,36	4,38	2861,72	42,39	14,1	597,70	21%
9	13.00	606,49	4,38	2656,43	41,62	13,49	561,45	21%
10	13.30	559,62	4,38	2451,14	41,78	14,16	591,60	24%
11	14.00	535,38	4,38	2344,94	41,97	13,41	562,82	24%
12	14.30	511,13	4,38	2238,75	41,19	12,92	532,17	24%

13	15.00	480,35	4,38	2103,93	41,21	11,09	457,02	22%
Rata-rata		564,28	4,38	2471,55	41,50	12,79	531,20	22%

Lampiran 3. Data Hasil Pengukuran Panel Surya *Line A* 27 November 2022

No	Jam	Iradiasi (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Daya Input (Watt)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)	Daya Output (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	496,89	4,18	2076,98	41,67	10,11	421,28	20%
2	09.30	574,26	4,18	2400,41	41,75	11,42	476,79	20%
3	10.00	566,82	4,18	2369,31	42,23	11,07	467,49	20%
4	10.30	559,38	4,18	2338,21	41,76	11,02	460,20	20%
5	11.00	486,20	4,18	2032,30	40,05	10,59	424,13	21%
6	11.30	413,01	4,18	1726,38	39,46	9,98	393,81	23%
7	12.00	369,35	4,18	1543,88	38,45	9,45	363,35	24%
8	12.30	325,69	4,18	1361,38	38,01	8,56	325,37	24%
9	13.00	468,06	4,18	1956,47	39,46	10,48	413,54	21%
10	13.30	610,42	4,18	2551,56	42,24	11,46	484,07	19%
11	14.00	639,80	4,18	2674,34	42,51	12,13	515,65	19%
12	14.30	669,17	4,18	2797,13	41,22	12,86	530,09	19%
13	15.00	622,12	4,18	2600,44	41,28	11,87	489,99	19%
Rata-rata		523,17	4,18	2186,83	40,78	10,85	443,52	21%

Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran Panel Surya *Line B* 27 November 2022

No	Jam	Iradiasi (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Daya Input (Watt)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)	Daya Output (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	496,89	4,38	2176,36	41,88	10,25	429,27	20%
2	09.30	574,26	4,38	2515,26	41,54	11,86	492,66	20%
3	10.00	566,82	4,38	2482,67	42,44	11,41	484,24	20%
4	10.30	559,38	4,38	2450,08	41,55	11,76	488,63	20%
5	11.00	486,20	4,38	2129,53	40,26	10,73	431,99	20%
6	11.30	413,01	4,38	1808,98	39,25	10,12	397,21	22%
7	12.00	369,35	4,38	1617,75	38,66	9,98	385,83	24%
8	12.30	325,69	4,38	1426,52	37,80	8,70	328,86	23%
9	13.00	468,06	4,38	2050,08	39,67	10,62	421,30	21%
10	13.30	610,42	4,38	2673,64	42,03	12,03	505,62	19%
11	14.00	639,80	4,38	2802,30	42,72	12,27	524,17	19%

12	14.30	669,17	4,38	2930,96	41,01	13,78	565,12	19%
13	15.00	622,12	4,38	2724,86	41,49	12,46	516,97	19%
Rata-rata		523,17	4,38	2291,46	40,79	11,23	459,37	20%

Lampiran 5. Data Hasil Pengukuran Panel Surya *Line A* 28 November 2022

No	Jam	Iradiasi (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Daya Input (Watt)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)	Daya Output (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	298,73	4,18	1248,69	38,02	6,46	245,61	20%
2	09.30	376,85	4,18	1575,23	39,25	8,46	332,06	21%
3	10.00	428,62	4,18	1791,61	40,37	9,41	379,88	21%
4	10.30	480,38	4,18	2007,99	41,55	9,86	409,68	20%
5	11.00	498,26	4,18	2082,71	41,34	9,87	408,03	20%
6	11.30	516,13	4,18	2157,42	40,97	10,26	420,35	19%
7	12.00	554,78	4,18	2318,96	42,08	10,98	462,04	20%
8	12.30	593,42	4,18	2480,50	41,76	12,84	536,20	22%
9	13.00	651,77	4,18	2724,38	41,35	13,76	568,98	21%
10	13.30	710,11	4,18	2968,26	41,86	14,03	587,30	20%
11	14.00	645,49	4,18	2698,15	42,27	14,41	609,11	23%
12	14.30	580,87	4,18	2428,04	42,35	11,78	498,88	21%
13	15.00	509,28	4,18	2128,79	41,23	10,46	431,27	20%
Rata-rata		526,51	4,18	2200,82	41,11	10,97	453,03	21%

Lampiran 6. Data Hasil Pengukuran Panel Surya *Line B* 28 November 2022

No	Jam	Iradiasi (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Daya Input (Watt)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)	Daya Output (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	298,73	4,38	1308,44	38,29	6,59	252,33	19%
2	09.30	376,85	4,38	1650,60	38,98	8,39	327,04	20%
3	10.00	428,62	4,38	1877,33	40,64	9,54	387,71	21%
4	10.30	480,38	4,38	2104,06	41,28	9,79	404,13	19%
5	11.00	498,26	4,38	2182,36	41,61	10,00	416,10	19%
6	11.30	516,13	4,38	2260,65	40,70	10,19	414,73	18%
7	12.00	554,78	4,38	2429,91	42,35	11,11	470,51	19%
8	12.30	593,42	4,38	2599,18	41,49	12,77	529,83	20%
9	13.00	651,77	4,38	2854,73	41,62	13,89	578,10	20%
10	13.30	710,11	4,38	3110,28	41,59	13,96	580,60	19%

11	14.00	645,49	4,38	2827,25	42,54	14,54	618,53	22%
12	14.30	580,87	4,38	2544,21	42,62	11,71	499,08	20%
13	15.00	509,28	4,38	2230,65	40,96	10,59	433,77	19%
Rata-rata		526,51	4,38	2306,13	41,13	11,01	454,80	20%

Lampiran 7. Data Hasil Pengukuran Panel Surya *Line A* 29 November 2022

No	Jam	Iradiasi (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	486,73	4,18	2034,53	41,77	10,03	418,95	21%
2	09.30	556,91	4,18	2327,88	41,46	11,74	486,74	21%
3	10.00	572,87	4,18	2394,60	41,92	11,41	478,31	20%
4	10.30	588,83	4,18	2461,31	41,94	11,86	497,41	20%
5	11.00	687,44	4,18	2873,50	41,76	13,87	579,21	20%
6	11.30	751,38	4,18	3140,77	42,73	15,33	655,05	21%
7	12.00	754,34	4,18	3153,14	41,50	15,98	663,17	21%
8	12.30	768,72	4,18	3213,23	42,53	14,84	631,15	20%
9	13.00	786,05	4,18	3285,69	41,61	15,76	655,77	20%
10	13.30	787,32	4,18	3291,00	42,87	15,03	644,34	20%
11	14.00	808,86	4,18	3381,03	42,23	15,74	664,70	20%
12	14.30	823,26	4,18	3441,23	40,60	15,78	640,67	19%
13	15.00	843,32	4,18	3525,08	41,02	16,46	675,19	19%
Rata-rata		708,93	4,18	2963,31	41,84	14,14	591,59	20%

Lampiran 8. Data Hasil Pengukuran Panel Surya *Line B* 29 November 2022

No	Jam	Iradiasi (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	486,73	4,38	2131,88	41,58	10,30	428,27	20%
2	09.30	556,91	4,38	2439,27	41,70	11,68	487,06	20%
3	10.00	572,87	4,38	2509,17	41,73	11,68	487,41	19%
4	10.30	588,83	4,38	2579,08	42,18	11,80	497,72	19%
5	11.00	687,44	4,38	3010,99	41,57	14,14	587,80	20%
6	11.30	751,38	4,38	3291,04	42,97	15,27	656,15	20%
7	12.00	754,34	4,38	3304,01	41,31	16,25	671,29	20%
8	12.30	768,72	4,38	3366,97	42,77	14,78	632,14	19%
9	13.00	786,05	4,38	3442,90	41,42	16,03	663,96	19%

10	13.30	787,32	4,38	3448,46	43,11	14,97	645,36	19%
11	14.00	808,86	4,38	3542,81	42,04	16,01	673,06	19%
12	14.30	823,26	4,38	3605,88	40,84	15,72	642,00	18%
13	15.00	843,32	4,38	3693,74	40,83	16,73	683,09	18%
Rata-rata		708,93	4,38	3105,09	41,85	14,26	596,56	19%

Lampiran 9. Data Hasil Pengukuran Panel Surya *Line A* 30 November 2022

No	Jam	Iradiasi (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Daya Input (Watt)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)	Daya Output (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	626,37	4,18	2618,23	43,04	10,50	451,92	17%
2	09.30	754,62	4,18	3154,31	42,31	12,21	516,61	16%
3	10.00	754,67	4,18	3154,52	42,08	11,88	499,91	16%
4	10.30	754,72	4,18	3154,73	41,06	12,33	506,27	16%
5	11.00	756,38	4,18	3161,67	41,15	14,34	590,09	19%
6	11.30	758,04	4,18	3168,61	42,31	15,80	668,50	21%
7	12.00	750,69	4,18	3137,86	41,56	16,45	683,66	22%
8	12.30	743,33	4,18	3107,12	42,37	15,31	648,68	21%
9	13.00	731,98	4,18	3059,66	41,89	16,23	679,87	22%
10	13.30	720,62	4,18	3012,19	41,34	15,50	640,77	21%
11	14.00	756,76	4,18	3163,24	41,25	16,21	668,66	21%
12	14.30	792,89	4,18	3314,28	40,96	16,25	665,60	20%
13	15.00	770,87	4,18	3222,24	42,84	16,93	725,28	23%
Rata-rata		743,99	4,18	3109,90	41,86	14,61	611,22	20%

Lampiran 10. Data Hasil Pengukuran Panel Surya *Line B* 30 November 2022

No	Jam	Iradiasi (W/m^2)	Luas Area (m^2)	Daya Input (Watt)	Tegangan Output (V)	Arus Output (A)	Daya Output (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	626,37	4,38	2743,50	42,83	10,42	446,29	16%
2	09.30	754,62	4,38	3305,24	42,65	12,37	527,58	16%
3	10.00	754,67	4,38	3305,45	41,87	11,80	494,07	15%
4	10.30	754,72	4,38	3305,67	41,40	12,49	517,09	16%
5	11.00	756,38	4,38	3312,94	40,94	14,26	583,80	18%
6	11.30	758,04	4,38	3320,22	42,65	15,96	680,69	21%
7	12.00	750,69	4,38	3288,00	41,35	16,37	676,90	21%
8	12.30	743,33	4,38	3255,79	42,71	15,47	660,72	20%

9	13.00	731,98	4,38	3206,05	41,68	16,15	673,13	21%
10	13.30	720,62	4,38	3156,32	41,68	15,66	652,71	21%
11	14.00	756,76	4,38	3314,59	41,04	16,13	661,98	20%
12	14.30	792,89	4,38	3472,86	41,30	16,41	677,73	20%
13	15.00	770,87	4,38	3376,41	42,63	16,85	718,32	21%
Rata-rata		743,99	4,38	3258,69	41,90	14,64	613,15	19%

Lampiran 11. Data Hasil Pengukuran SCC *Line A* 26 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	425,30	14,50	25,26	366,27	86%
2	09.30	449,51	15,47	25,81	399,22	89%
3	10.00	486,98	15,64	28,69	448,68	92%
4	10.30	522,82	15,71	29,94	470,50	90%
5	11.00	557,87	15,81	31,26	494,10	89%
6	11.30	570,46	15,84	32,46	514,30	90%
7	12.00	599,36	16,25	32,89	534,62	89%
8	12.30	599,91	16,28	32,64	531,42	89%
9	13.00	596,40	16,36	32,79	536,48	90%
10	13.30	556,94	15,77	33,03	520,82	94%
11	14.00	547,91	16,33	30,10	491,44	90%
12	14.30	490,41	16,14	27,49	443,81	90%
13	15.00	477,54	15,84	28,51	451,72	95%
Rata-rata		529,34	15,84	30,07	477,18	90%

Lampiran 12. Data Hasil Pengukuran SCC *Line B* 26 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	426,93	14,30	26,95	385,39	90%
2	09.30	459,66	15,30	27,12	415,05	90%
3	10.00	466,83	15,48	28,38	439,19	94%
4	10.30	543,72	15,88	30,25	480,32	88%
5	11.00	548,23	15,97	30,95	494,38	90%
6	11.30	579,83	15,68	32,77	513,85	89%
7	12.00	577,67	16,09	32,58	524,25	91%

8	12.30	597,70	16,12	32,95	531,08	89%
9	13.00	561,45	15,83	32,48	514,00	92%
10	13.30	591,60	15,89	33,34	529,64	90%
11	14.00	562,82	15,96	31,79	507,31	90%
12	14.30	532,17	15,66	29,80	466,72	88%
13	15.00	457,02	15,67	27,21	426,36	93%
Rata-rata		531,20	15,68	30,51	479,04	90%

Lampiran 13. Data Hasil Pengukuran SCC *Line A* 27 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	421,28	15,02	26,26	394,43	94%
2	09.30	476,79	14,94	28,81	430,42	90%
3	10.00	467,49	14,50	28,69	416,01	89%
4	10.30	460,20	15,73	27,94	439,50	96%
5	11.00	424,13	14,96	26,36	394,35	93%
6	11.30	393,81	14,68	25,46	373,75	95%
7	12.00	363,35	14,23	23,89	339,95	94%
8	12.30	325,37	13,97	21,69	303,01	93%
9	13.00	413,54	15,34	23,79	364,94	88%
10	13.30	484,07	14,93	29,04	433,57	90%
11	14.00	515,65	15,71	30,10	472,87	92%
12	14.30	530,09	15,33	30,49	467,41	88%
13	15.00	489,99	15,19	28,51	433,07	88%
Rata-rata		443,52	14,96	27,00	404,87	91%

Lampiran 14. Data Hasil Pengukuran SCC *Line B* 27 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	429,27	15,09	26,33	397,32	93%
2	09.30	492,66	15,07	28,94	436,13	89%
3	10.00	484,24	14,57	28,76	419,03	87%
4	10.30	488,63	15,86	28,07	445,19	91%
5	11.00	431,99	15,03	26,43	397,24	92%
6	11.30	397,21	14,81	25,59	378,99	95%

7	12.00	385,83	14,30	23,96	342,63	89%
8	12.30	328,86	14,10	21,82	307,66	94%
9	13.00	421,30	15,41	23,86	367,68	87%
10	13.30	505,62	15,06	29,17	439,30	87%
11	14.00	524,17	15,78	30,17	476,08	91%
12	14.30	565,12	15,46	30,62	473,39	84%
13	15.00	516,97	15,26	28,58	436,13	84%
Rata-rata		459,37	15,06	27,10	408,98	89%

Lampiran 15. Data Hasil Pengukuran SCC *Line A* 28 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	245,61	14,50	15,46	224,17	91%
2	09.30	332,06	15,73	19,81	311,61	94%
3	10.00	379,88	15,41	21,69	334,24	88%
4	10.30	409,68	14,89	23,94	356,47	87%
5	11.00	408,03	14,78	24,26	358,56	88%
6	11.30	420,35	15,46	24,46	378,15	90%
7	12.00	462,04	15,44	25,89	399,74	87%
8	12.30	536,20	14,79	29,64	438,38	82%
9	13.00	568,98	14,73	32,79	483,00	85%
10	13.30	587,30	15,64	33,03	516,59	88%
11	14.00	609,11	15,72	32,10	504,61	83%
12	14.30	498,88	15,04	29,49	443,53	89%
13	15.00	431,27	14,59	24,51	357,60	83%
Rata-rata		453,03	15,13	25,93	392,82	87%

Lampiran 16. Data Hasil Pengukuran SCC *Line B* 28 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	252,33	14,59	15,58	227,31	90%
2	09.30	327,04	15,87	19,74	313,27	96%
3	10.00	387,71	15,50	21,81	338,06	87%
4	10.30	404,13	15,03	23,87	358,77	89%
5	11.00	416,10	14,87	24,38	362,53	87%

6	11.30	414,73	15,60	24,39	380,48	92%
7	12.00	470,51	15,53	26,01	403,94	86%
8	12.30	529,83	14,93	29,57	441,48	83%
9	13.00	578,10	14,82	32,91	487,73	84%
10	13.30	580,60	15,78	32,96	520,11	90%
11	14.00	618,53	15,81	32,22	509,40	82%
12	14.30	499,08	15,18	29,42	446,60	89%
13	15.00	433,77	14,68	24,63	361,57	83%
Rata-rata		454,80	15,25	25,96	396,25	88%

Lampiran 17. Data Hasil Pengukuran SCC *Line A* 29 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	418,95	15,64	23,26	363,79	87%
2	09.30	486,74	15,23	26,81	408,32	84%
3	10.00	478,31	15,37	28,69	440,97	92%
4	10.30	497,41	15,59	29,94	466,76	94%
5	11.00	579,21	15,76	31,26	492,66	85%
6	11.30	655,05	15,74	36,46	573,88	88%
7	12.00	663,17	15,78	35,89	566,34	85%
8	12.30	631,15	15,52	36,64	568,65	90%
9	13.00	655,77	15,08	35,79	539,71	82%
10	13.30	644,34	15,68	36,06	565,42	88%
11	14.00	664,70	14,97	39,10	585,33	88%
12	14.30	640,67	15,11	36,49	551,36	86%
13	15.00	675,19	15,27	38,51	588,05	87%
Rata-rata		591,59	15,44	33,45	516,25	87%

Lampiran 18. Data Hasil Pengukuran SCC *Line B* 29 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	428,27	15,75	23,23	365,87	85%
2	09.30	487,06	15,36	26,92	413,49	85%
3	10.00	487,41	15,48	28,66	443,66	91%
4	10.30	497,72	15,72	30,05	472,39	95%

5	11.00	587,80	15,87	31,23	495,62	84%
6	11.30	656,15	15,87	36,57	580,37	88%
7	12.00	671,29	15,89	35,86	569,82	85%
8	12.30	632,14	15,65	36,75	575,14	91%
9	13.00	663,96	15,19	35,76	543,19	82%
10	13.30	645,36	15,81	36,17	571,85	89%
11	14.00	673,06	15,08	39,07	589,18	88%
12	14.30	642,00	15,24	36,60	557,78	87%
13	15.00	683,09	15,38	38,48	591,82	87%
Rata-rata		596,56	15,56	33,49	520,78	87%

Lampiran 19. Data Hasil Pengukuran SCC *Line A* 30 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	451,92	15,22	27,26	414,90	92%
2	09.30	516,61	15,76	29,81	469,81	91%
3	10.00	499,91	15,16	28,69	434,94	87%
4	10.30	506,27	14,64	29,94	438,32	87%
5	11.00	590,09	14,63	38,26	559,74	95%
6	11.30	668,50	15,79	36,46	575,70	86%
7	12.00	683,66	14,64	42,89	627,91	92%
8	12.30	648,68	14,50	39,64	574,78	89%
9	13.00	679,87	15,40	40,79	628,17	92%
10	13.30	640,77	15,18	38,03	577,30	90%
11	14.00	668,66	14,79	38,00	562,02	84%
12	14.30	665,60	15,76	37,41	589,58	89%
13	15.00	725,28	14,92	42,51	634,25	87%
Rata-rata		611,22	15,11	36,13	545,19	89%

Lampiran 20. Data Hasil Pengukuran SCC *Line B* 30 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	446,29	15,29	27,33	417,88	94%
2	09.30	527,58	15,72	29,77	467,98	89%
3	10.00	494,07	15,23	28,76	438,01	89%

4	10.30	517,09	14,60	29,90	436,54	84%
5	11.00	583,80	14,70	36,33	534,05	91%
6	11.30	680,69	15,75	36,42	573,62	84%
7	12.00	676,90	14,71	42,96	631,94	93%
8	12.30	660,72	14,46	39,60	572,62	87%
9	13.00	673,13	15,47	40,86	632,10	94%
10	13.30	652,71	15,14	37,99	575,17	88%
11	14.00	661,98	14,86	38,07	565,72	85%
12	14.30	677,73	15,72	37,37	587,46	87%
13	15.00	718,32	14,99	42,58	638,27	89%
Rata-rata		613,15	15,13	36,00	543,95	89%

Lampiran 21. Data Hasil Pengukuran Inverter 26 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Faktor <i>Daya</i>	Hz	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	294,75	222,32	0,86	0,88	60,00	168,25	57%
2	09.30	312,01	222,11	0,91	0,92	60,00	185,13	59%
3	10.00	316,75	222,45	0,84	0,91	60,00	170,04	54%
4	10.30	303,40	223,41	0,85	0,92	60,00	174,71	58%
5	11.00	314,60	223,98	0,90	0,86	60,00	173,36	55%
6	11.30	311,50	224,19	0,87	0,88	60,00	171,64	55%
7	12.00	302,78	225,17	0,84	0,94	60,00	177,79	59%
8	12.30	309,75	225,01	0,82	0,85	60,00	156,83	51%
9	13.00	320,53	225,22	0,87	0,89	60,00	174,39	54%
10	13.30	319,74	227,13	0,85	0,90	60,00	173,75	54%
11	14.00	320,60	228,87	0,84	0,91	60,00	174,95	55%
12	14.30	295,00	227,65	0,93	0,84	60,00	177,84	60%
13	15.00	309,00	228,46	0,84	0,90	60,00	172,72	56%
Rata-rata		310,03	225,07	0,86	0,89	60,00	173,19	56%

Lampiran 22. Data Hasil Pengukuran Inverter 27 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Faktor <i>Daya</i>	Hz	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	306,22	225,05	0,93	0,85	60,00	177,90	58%
2	09.30	307,18	220,35	0,85	0,96	60,00	178,96	58%

3	10.00	322,55	225,18	0,91	0,88	60,00	180,32	56%
4	10.30	313,48	221,65	0,79	0,96	60,00	168,10	54%
5	11.00	311,56	226,71	0,97	0,83	60,00	182,52	59%
6	11.30	309,84	222,43	0,81	0,92	60,00	165,75	53%
7	12.00	305,51	227,90	0,91	0,91	60,00	188,72	62%
8	12.30	311,08	223,25	0,76	0,89	60,00	151,01	49%
9	13.00	320,04	227,95	0,94	0,86	60,00	184,27	58%
10	13.30	324,95	225,37	0,79	0,94	60,00	167,36	52%
11	14.00	310,39	231,60	0,91	0,88	60,00	185,47	60%
12	14.30	314,70	225,89	0,87	0,88	60,00	172,94	55%
13	15.00	304,07	231,19	0,91	0,87	60,00	183,03	60%
Rata-rata		312,43	225,73	0,87	0,89	60,00	175,87	56%

Lampiran 23. Data Hasil Pengukuran Inverter 28 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Faktor <i>Daya</i>	Hz	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	317,51	228,23	0,89	0,81	60,00	164,53	52%
2	09.30	302,33	217,59	0,94	0,94	60,00	191,44	63%
3	10.00	328,13	228,36	0,87	0,84	60,00	166,89	51%
4	10.30	323,59	218,89	0,88	0,94	60,00	181,07	56%
5	11.00	308,26	229,89	0,93	0,79	60,00	168,90	55%
6	11.30	308,18	219,67	0,90	0,90	60,00	177,93	58%
7	12.00	308,01	231,08	0,87	0,87	60,00	174,90	57%
8	12.30	312,40	220,49	0,85	0,87	60,00	163,05	52%
9	13.00	319,29	231,13	0,90	0,82	60,00	170,57	53%
10	13.30	330,17	222,61	0,88	0,92	60,00	180,23	55%
11	14.00	299,87	234,78	0,87	0,84	60,00	171,58	57%
12	14.30	334,47	223,13	0,96	0,86	60,00	184,22	55%
13	15.00	298,87	234,37	0,87	0,83	60,00	169,24	57%
Rata-rata		314,70	226,17	0,89	0,86	60,00	174,20	55%

Lampiran 24. Data Hasil Pengukuran Inverter 29 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Faktor <i>Daya</i>	Hz	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	326,39	225,04	0,92	0,79	60,00	163,56	50%

2	09.30	307,50	218,82	0,92	0,91	60,00	182,40	59%
3	10.00	315,51	225,17	0,90	0,82	60,00	166,18	53%
4	10.30	323,84	220,12	0,86	0,92	60,00	174,16	54%
5	11.00	314,85	226,70	0,96	0,77	60,00	167,58	53%
6	11.30	302,69	220,90	0,88	0,93	60,00	180,78	60%
7	12.00	301,04	227,89	0,90	0,85	60,00	174,34	58%
8	12.30	324,40	221,72	0,83	0,90	60,00	165,62	51%
9	13.00	320,03	227,94	0,93	0,80	60,00	169,59	53%
10	13.30	324,10	223,84	0,86	0,95	60,00	182,88	56%
11	14.00	309,04	231,59	0,90	0,82	60,00	170,91	55%
12	14.30	329,00	224,36	0,94	0,89	60,00	187,70	57%
13	15.00	304,30	231,18	0,90	0,81	60,00	168,53	55%
Rata-rata		315,59	225,02	0,90	0,86	60,00	173,40	55%

Lampiran 25. Data Hasil Pengukuran Inverter 30 November 2022

No	Jam	Daya <i>Input</i> (Watt)	Tegangan <i>Output</i> (V)	Arus <i>Output</i> (A)	Faktor <i>Daya</i>	Hz	Daya <i>Output</i> (Watt)	Efisiensi (%)
1	09.00	334,41	227,18	0,87	0,81	60,00	160,09	48%
2	09.30	309,56	217,14	0,95	0,88	60,00	180,76	58%
3	10.00	301,96	227,31	0,85	0,84	60,00	162,30	54%
4	10.30	320,92	218,44	0,89	0,89	60,00	173,03	54%
5	11.00	320,59	228,84	0,91	0,79	60,00	164,51	51%
6	11.30	294,15	219,22	0,91	0,90	60,00	179,54	61%
7	12.00	293,18	230,03	0,85	0,87	60,00	170,11	58%
8	12.30	333,20	220,04	0,86	0,87	60,00	164,63	49%
9	13.00	319,87	230,08	0,88	0,82	60,00	166,03	52%
10	13.30	314,87	222,16	0,89	0,92	60,00	181,90	58%
11	14.00	317,38	233,73	0,85	0,84	60,00	166,88	53%
12	14.30	320,36	222,68	0,97	0,86	60,00	185,76	58%
13	15.00	308,89	233,32	0,85	0,83	60,00	164,61	53%
Rata-rata		314,56	225,40	0,89	0,86	60,00	170,78	54%

Lampiran 26. Data Hasil Pengukuran Keluaran Daya 26 November 2022

No	Jam	Daya Aktif (Watt)	Daya Semu (VA)	Daya Reaktif (VAR)	Faktor Daya
1	09.00	168,25	209,30	124,48	0,88

2	09.30	185,13	186,42	21,83	0,92
3	10.00	170,04	204,91	114,35	0,91
4	10.30	174,71	175,10	11,78	0,92
5	11.00	173,36	219,91	135,30	0,86
6	11.30	171,64	180,17	54,78	0,88
7	12.00	177,79	207,39	106,77	0,94
8	12.30	156,83	169,67	64,74	0,85
9	13.00	174,39	214,27	124,51	0,89
10	13.30	173,75	178,04	38,84	0,90
11	14.00	174,95	210,76	117,52	0,91
12	14.30	177,84	196,52	83,63	0,84
13	15.00	172,72	210,38	120,13	0,90
Rata-rata		173,19	197,14	86,05	0,89

Lampiran 27. Data Hasil Pengukuran Keluaran Daya 27 November 2022

No	Jam	Daya Aktif (Watt)	Daya Semu (VA)	Daya Reaktif (VAR)	Faktor Daya
1	09.00	177,90	209,30	110,25	0,85
2	09.30	178,96	186,42	52,20	0,96
3	10.00	180,32	204,91	97,33	0,88
4	10.30	168,10	175,10	49,03	0,96
5	11.00	182,52	219,91	122,66	0,83
6	11.30	165,75	180,17	70,61	0,92
7	12.00	188,72	207,39	85,99	0,91
8	12.30	151,01	169,67	77,36	0,89
9	13.00	184,27	214,27	109,34	0,86
10	13.30	167,36	178,04	60,74	0,94
11	14.00	185,47	210,76	100,10	0,88
12	14.30	172,94	196,52	93,34	0,88
13	15.00	183,03	210,38	103,73	0,87
Rata-rata		175,87	197,14	87,13	0,89

Lampiran 28. Data Hasil Pengukuran Keluaran Daya 28 November 2022

No	Jam	Daya Aktif (Watt)	Daya Semu (VA)	Daya Reaktif (VAR)	Faktor Daya
1	09.00	164,53	203,12	119,12	0,81
2	09.30	191,44	203,66	69,49	0,94

3	10.00	166,89	198,67	107,80	0,84
4	10.30	181,07	192,62	65,72	0,94
5	11.00	168,90	213,80	131,08	0,79
6	11.30	177,93	197,70	86,18	0,90
7	12.00	174,90	201,04	99,12	0,87
8	12.30	163,05	187,42	92,41	0,87
9	13.00	170,57	208,02	119,06	0,82
10	13.30	180,23	195,90	76,78	0,92
11	14.00	171,58	204,26	110,83	0,84
12	14.30	184,22	214,20	109,31	0,86
13	15.00	169,24	203,90	113,73	0,83
Rata-rata		174,20	201,87	100,05	0,86

Lampiran 29. Data Hasil Pengukuran Keluaran Daya 29 November 2022

No	Jam	Daya Aktif (Watt)	Daya Semu (VA)	Daya Reaktif (VAR)	Faktor Daya
1	09.00	163,56	207,04	126,94	0,79
2	09.30	182,40	200,44	83,10	0,91
3	10.00	166,18	202,65	115,99	0,82
4	10.30	174,16	189,30	74,19	0,92
5	11.00	167,58	217,63	138,86	0,77
6	11.30	180,78	194,39	71,45	0,93
7	12.00	174,34	205,10	108,04	0,85
8	12.30	165,62	184,03	80,22	0,90
9	13.00	169,59	211,98	127,19	0,80
10	13.30	182,88	192,50	60,11	0,95
11	14.00	170,91	208,43	119,30	0,82
12	14.30	187,70	210,90	96,16	0,89
13	15.00	168,53	208,06	122,01	0,81
Rata-rata		173,40	202,50	101,81	0,86

Lampiran 30. Data Hasil Pengukuran Keluaran Daya 30 November 2022

No	Jam	Daya Aktif (Watt)	Daya Semu (VA)	Daya Reaktif (VAR)	Faktor Daya
1	09.00	160,09	197,65	115,91	0,81
2	09.30	180,76	205,41	97,57	0,88
3	10.00	162,30	193,21	104,84	0,84

4	10.30	173,03	194,41	88,64	0,89
5	11.00	164,51	208,24	127,68	0,79
6	11.30	179,54	199,49	86,96	0,90
7	12.00	170,11	195,53	96,40	0,87
8	12.30	164,63	189,23	93,30	0,87
9	13.00	166,03	202,47	115,89	0,82
10	13.30	181,90	197,72	77,49	0,92
11	14.00	166,88	198,67	107,80	0,84
12	14.30	185,76	216,00	110,22	0,86
13	15.00	164,61	198,32	110,62	0,83
Rata-rata		170,78	199,72	102,56	0,86

