

Study Evaluasi Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Hybrid pada PT. Makmur Indah Selaras Internasional Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi

Hendi Saputra, N.J. Thamrin, Venny Yusiana*

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

*Corresponding author: hendi2972@gmail.com, nj_thamrin@yahoo.co.id, venny.yusiana@unbari.ac.id¹

Abstrak. PT. Makmur Indah Selaras merupakan perusahaan industri kelapa sawit yang beroperasi di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Untuk sektor industri membutuhkan energi listrik untuk penerangan maupun mesin-mesin dan motor listrik. Pada PT. Makmur Indah Selaras Internasional hal ini menyebabkan kenaikan kebutuhan Energi listrik. Solusi untuk pembahan kebutuhan energi listrik pada PT. Makmur Indah Selaras Internasional yaitu dengan mengganti atap dengan solar panel dengan penggunaan Energi baru terbarukan (EBT) Energi baru terbarukan yang di lakukan penyediaan berupa pembangkit listrik tenaga surya. Atap untuk memaksimalkan penggunaan atap surya sebagai lahan dalam penerapan panel surya. Menghitung daya yang di hasilkan PLTS HYBRID PT. Makmur Indah Selaras Internasional. Menghitung Jumlah bahan dan komponen yang dipakai pada PLTS HYBRID PT. makmur Indah Selaras Internasional. Energi listrik yang dihasilkan pada siang hari lebih banyak dari pada pagi atau pun sore hari. Rata - rata energi yang di hasil kan pada siang hari hampir sama saat pengujian saat minggu pertama dan pada tanggal 14 Maret 2023 naik sampai 500 volt di karenakan supply dari listrik PLN data saat pengujian energi listrik yang dihasilkan pada siang hari lebih banyak dari pada pagi ataupun sore hari. Rata rata energi yang di hasil kan pada siang hari 379 - 389 Volt.

Kata Kunci: PLTS; Hybrid dan Energi Listrik

Abstract. PT. Makmur Indah Selaras is an oil palm industry company operating in Muaro Jambi Regency, Jambi Province. For the industrial sector, electrical energy is needed for lighting as well as electric machines and motors. At PT. Makmur Indah Selaras Internasional this has led to an increase in the need for electrical energy. Solutions for the development of electrical energy needs at PT. Makmur Indah Selaras Internasional is by replacing the roof with solar panels with the use of new renewable energy (NRE) New renewable energy which is provided in the form of solar power plants. Roof to maximize the use of solar roofs as land in the application of solar panels. Calculating the power produced by PLTS HYBRID PT. Makmur Indah Selaras Internasional. Calculating the number of materials and components used in PLTS HYBRID PT. prosperous Indah Selaras Internasional. Electrical energy is produced during the day more than in the morning or evening. The average energy produced during the day is 379 -389 Volts.

Keywords: Solar Power Plant; Hybrid and Electrical Energy

PENDAHULUAN

Semakin tahun semakin meningkat pula konsumsi listrik, Di karenakan populasi manusia yang terus bertambah. Hal ini mengakibatkan eksploitasi minyak bumi terus menerus yang menyebabkan cadangan minyak bumi akan terus berkurang dan tidak dianjurkan lagi oleh pemerintah. Salah satu sektor yang mengonsumsi listrik, adalah sektor industry, perkantoran, fasilitas umum, Rumah tangga dan semua itu membutuhkan energi listrik.

Salah satu industri adalah PT. Makmur Indah Selaras merupakan perusahaan industri kelapa sawit yang beroperasi di Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Untuk sektor industry, memang sangat membutuhkan energi listrik baik untuk penerangan maupun mesin mesin dan motor listrik. Pada PT. Makmur Indah Selaras Internasional hal ini menyebabkan kenaikan kebutuhan energi listrik.

Solusi untuk pembahan kebutuhan energi listrik pada PT. Makmur Indah Selaras Internasional yaitu

dengan mengganti atap dengan solar panel dengan penggunaan Energi baru terbarukan (EBT) Energi baru terbarukan yang di lakukan penyediaan berupa pembangkit listrik tenaga surya atap untuk memaksimalkan penggunaan atap surya sebagai lahan dalam penerapan panel surya.

Kondisi PT. Makmur Indah Selaras Internasional dengan luas 0,98 ha memanfaatkan (EBT) Energi baru terbarukan yang sangat cocok untuk negara tropis dengan rata-rata pancaran matahari di Indonesia 4.8 kwh/m2 perhari dengan pemakaian modul photovoltaik yang di letakan di atas atap bangunan dan tidak butuh lagi mempersiapkan tempat maupun pembebasan lahan yang baru. Pada rangaikaian PLTS ini menggunakan sistem (hybrid) serta Menggabungkan listrik PLN sebagai back up apabila kekurangan energi listrik.

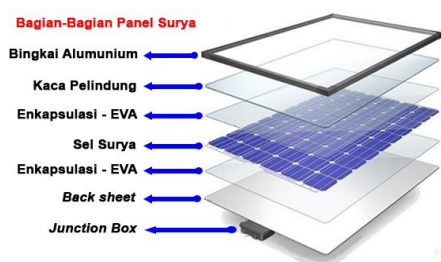
Berdasarkan hal tersebut maka penulis melakukan penelitian tentang evaluasi (PLTS) Pembangkit Tenaga Surya hybrid pada PT. Makmur Indah Selaras Intenasional Muaro Jambi dengan memanfaatkan atap

bangunan sebagai Pembangkit Listrik (EBT) energi baru terbarukan yang sangat cocok digunakan di Indonesia.

Panel Surya

Modul panel surya adalah kumpulan sel fotovoltaik akan saling terkoneksi apabila sel berisi sebuah tempat sel-sel untuk melapisi agar terhindar dari barang maupun puing yang ada di udara. Sel photovoltaic berupa sel yang sangat tipis maka sel ini rentan retak dan bisa kemungkinan pecah maka dari itu perlu nya lapisan-lapisan yang membuat sel ini kuat. Kinerja dari sel fotovoltaik ini tergantung pancaran sinaran radiasi matahari yang merubah menjadi energi listrik.

Berikut bagian-bagian terpasang pada modul panel surya di ditunjukkan pada gambar bawah ini:



Gambar 1. Struktur Modul Surya

Sistem PLTS

Sistem PLTS sendiri memiliki banyak sistem yang bisa digunakan, terdapat 3 sistem yang bisa digunakan yaitu:

- Sistem on-Grid
- Sistem offGrid
- Sistem Hybrid

Pada penelitian ini menggunakan sistem hybrid, yaitu sistem gabungan antara on-Grid dan off-Grid. Berikut ini gambar PLTS menggunakan sistem hybrid :



Gambar 2. Sistem hybrid

Jenis-Jenis Sel Surya

Sel surya sendiri memiliki beberapa jenis, jenis sel surya mempengaruhi daya keluaran panel sel surya tersebut serta juga mempengaruhi dari segi harga jual sel surya tersebut. Berikut adalah jenis – jenis sel surya

- Crystalline Silikon (c-Si)

- Polycrystalline

- Thin Film Sollar Cell

Adapun efisiensi setiap jenis panel surya pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Efisiensi Panel Surya Perjenis

Jenis Panel Surya	Efesiensi %
Monocrystalline	17-24%
Polycrystalline	12-14%
Thin Film Sollar Cell	19 %

Array Modul Surya

Dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga surya, perlunya mengetahui luasan rencana akan di bangunnya pembangkit listrik. Sebelum menentukan komponen lainnya, hal utama adalah menentukan luas supaya mendapatkan penyusunan array yang tepat dan tidak memakan tempat yang berlebihan, maka dengan persamaan (1) luas array modul surya dapat ditentukan.

$$\text{Luas Array} = \frac{EL}{Gav \times \eta_{PV} \times \eta_{out} \times TCF} \dots\dots\dots 1$$

Ket :

EL = Besar energi yang akan di bangkitkan (kwh/hari)

Gav = Intensitas Radiasi Matahari (kWh/m2/hari)

η_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

η_{out} = Efisiensi keluaran sistem (%)

TCF = Temperature Correction Factor%

Luas Array = Luas permukaan array surya (m2)

Setelah mendapatkan luas array modul surya, maka selanjutnya dapat mengetahui besarnya pembangkit yang bisa di bangkitkan. Untuk itu persamaan merupakan persamaan mencari maksimal besarnya daya yang bisa dibangkitkan.

$$P_{wattpeak} = \text{Luas Array} \times PSI \times \eta_{PV} \dots\dots\dots 2.$$

Ket :

P wattpeak = Daya yang akan dibangkitkan PLTS (W)

Luas Array = Luas permukaan panel surya (m2)

PSI = Peak solar insolation (1000 W/m2)

η_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

Adapun daya yang dibangkitkan dapat diketahui dengan persamaan (2), dari persamaan tersebut juga dapat mengetahui berapa jumlah panel surya panel yang dapat terpasang dengan besarnya kapasitas tersebut dengan menggunakan persamaan (3).

$$\text{Jumlah Panel} = \frac{P_{wattpeak}}{P_{max}} \dots\dots\dots 3$$

Ket :

P wattpeak = Daya yang akan dibangkitkan PLTS (W)

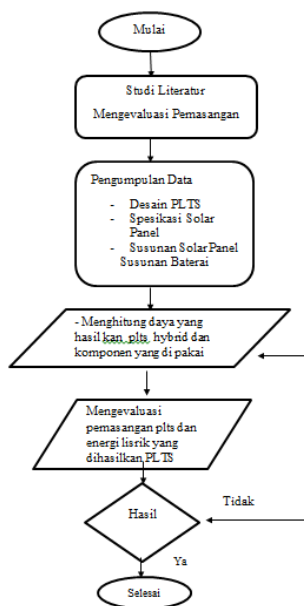
P max = Kapasitas daya maksimal panel surya (W).

METODE

Diagram Alir (Flowchart) Penelitian

Proses berlangsungnya pelaksanaan penelitian ini akan disajikan dalam bentuk alur diagram alir (flowchart)

berikut ini:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Dari data diagram alir dapat dijelaskan:

1. Start / Mulai
Merupakan tahap awal untuk mulai melakukan analisis ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).
2. Studi Literatur
Diperlukan pemahaman terlebih dahulu mengenai perancangan PLTS. Seperti jenis-jenis panel surya, prinsip kerja, komponen pendukung, pemilihan spesifikasi komponen, kebutuhan beban dan lain-lain.
3. Pengumpulan Data
Data yang diperoleh berasal dari data yang tersedia PT. Makmur Indah Selaras Internasional. Data yang diperlukan untuk penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder pada atap bangunan pabrik.
 - a. Data Primer
Data primer adalah data yang di dapat secara langsung berdasarkan sumber asli. Data primer pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Jenis dan Sumber Data yang Digunakan

No	Jenis	Sumber	.Ket.
1	Gambar Bangunan PLTS Atap PT. Makmur Indah Selaras Internasional	PT. Makmur Indah Selaras Intenasional	lampiran
2	Gambar rangkain PLTHybrid pada atap PT Makmur indsh selaras internnasional	Dokumen PT. Makmur Indah Selaras Intenasional	lampiran
3	Spesikasi Solar Panel Module	Dokumen PT. Makmur Inndah Selaras Intrnasional	lampiran
4	Gambar Susunan solar panel pada atap bangunan Pabrik PT. Makmur Indah Selaras Intenasional	Dokumen PT Makmur Indah Selaras Intenasional	lampiran
5	Gambar susunan baterai yang di gunakann PLTS HYBRID PT. Makmur Indah Selaras Intenasional	Dokumen PT. Makmur Indah Selaras Internasional	lampiran
6	Energi Listik Yang Hasilkan PLTS Hybrid .PT. Makmur Indah Selaras Intrrnasional	Dokumen PT. Makmur indah Selaras Imtenasional	lampiran

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sumbernya diperoleh dari beberapa media perantara. Pada penelitian ini data sekunder di dapatkan melalui , studi literatur dan wawancara.

Analisa Data PLTS HYBRID

1. Menghitung daya yang di hasilkan PLTS HYBRID PT. Makmur Indah Selaras Internasional.
2. Menghitung jumla bahan dan komponen yang dipakai pada PLTS HYBRID PT. makmur indah selaras internasional.

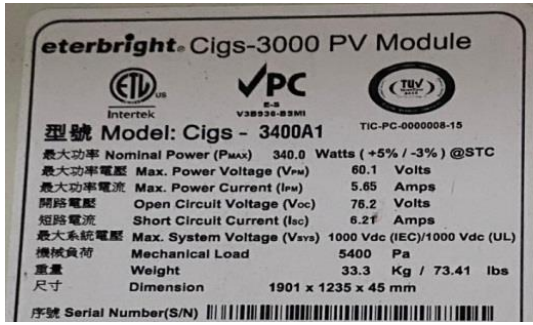
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Area Array dan Spesifikasi Modul

Sebelum melakukan pengujian PLTS hal yang paling utama harus mengetahui berapa kapasitas solar panel yang akan di pakai berikut spesifikasinya dan jenis modul terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 3. Spesifikasi Modul Panel Surya 340 wp cigs monocristaline

Modul type	Cigs-3400A1
Nominal Power (Pmax)	340.0 watt
Max.Power Voltatage(Vpm)	60.1 volts
Max.Power Current(Ipm)	5,65 amps
Open Circuit Voltage (Voc)	76.2 volts
Short Circuit Current (Isc)	6.21 amps
Max .System Voltage (Vsys)	1000 Vdc (IEC)
Mechanical Load	5400 pa
Weight	33.3 kg
Dimension	1901 x 1235 x 45



Gambar 4. Spesifikasi Solar Panel Cigs - 340

Dengan rata rata suhu yang di gunakan pada pembangkit tenaga surya 27,5 °C Sedangkan menurut data BMKG kota Jambi 2023 dengan rata-rata suhu tertinggi di Kota 30,5 °C jul mengalami kenaikan suhu dari 27,5°C Sebesar 30°C maka naik 3,5°C maka daya yang di hasilkam pada panel surya mengalami kekurangan daya dari persamaan 1

$$P = P_{mpp} \times \Delta t \times 0,5\%$$

$$= 340 \text{ watt} \times 3,52 \times 340 \text{ Watt}$$

$$= 5,98 \text{ Watt}$$

Daya yang dihasilkan pada panel surya dengan suhu 27,5°C

$$P_{MPP} \text{ ketika naik menjadi } t \text{ } ^\circ\text{C} = P_{MPP} - \text{ ketika naik } t \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 340 \text{ Watt} - 5,98$$

$$= 334,02 \text{ Watt.}$$

Maka untuk mengetahui hasi dari Temperature Correction Factor yaitu :

$$TCF = \frac{P_{mpp} \text{ ketika naik menjadi } t \text{ } ^\circ\text{C}}{P_{mpp}}$$

$$TCF = \frac{334,02}{340 \text{ watt}}$$

$$TCF = 0,98241.$$

Nilai EL diambil dari pemakaian jumlah beban yang di hitung perjam pada PT. Makmur Indah Selaras Internasional sehingga dapat diperoleh beban selama produksi

$$EL = P \times t$$

$$P = 80.000 \text{ kwh (w)}$$

$$T = 8 \text{ jam (s)}$$

$$= 80.000 \times 8$$

$$= 640.000 \text{ kwh}$$

Nilai Gav, ηPV, ηout maupun TCF disubsitusikan dengan rumus luas array, sehingga dapat diperoleh :

$$Pv \text{ area} = \frac{EL}{GAV \times \eta_{PV} \times TCF}$$

$$Pv \text{ area} = \frac{640.000 \text{ kwh}}{5,150 \times 0,181 \times 0,98241}$$

$$Pv \text{ area} = \frac{690.000 \text{ kwh}}{0,915753}$$

$$Pv \text{ area} = 753,47 \text{ m}^2$$

$$Pv \text{ area} = 753 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas} = \text{panjang} \times \text{lebar}$$

$$= 42 \text{ m} \times 18 \text{ m}$$

$$= 756 \text{ m}^2$$

Dengan luas area array 756 m² dapat menampung luas array sebesar 753 m² dan beban pada gedung sebesar 80.000 kwh

Perhitungan hasil daya yang dibangkitkan pada PLTS

Dari hasil perhitungan luas area array 753 m² digunakan untuk menghitung daya yang dibangkitkan ataupun dihasilkan oleh PLTS (watt puncak). Radiasi matahari puncak (PSI) adalah 1000 W / m², luas area array adalah 756 m² dan nilai efisiensi (ηpv) modul sel surya adalah 18,1%, maka:

$$P \text{ Watt Peak} = \text{area array} \times \text{PSI} \times \eta_{PV}$$

$$P \text{ Watt Peak} = \text{m}^2 \times 1000 \text{ W} / \text{m}^2 \times 0,181$$

$$P \text{ Watt Peak} = 136.293 \text{ Watt Peak}$$

Maksimun daya tiap tiap modul panel surya yang akan digunakan dalam pemasangan sistem ini adalah 340 Wp. Maka nilai tersebut dapat digunakan dalam perhitungan jumlah panel surya yang dibutuhkan untuk sistem ini:

$$\text{Jumlah modul surya} = \frac{P \text{ (Watt Peak)}}{P_{mpp}}$$

$$\text{Jumlah Modul surya} = \frac{136.293}{340}$$

$$\text{Jumlah modul surya} = 400 \text{ panel surya}$$

Susunan Panel Surya

Pada setiap string ada 10 panel yang dipasang secara paralel dan 10 dipasang seri.

$$V_{pm} \text{ Array} = 60,1 \times 10$$

$$V_{pm} \text{ Array} = 601 \text{ Volt}$$

Maka akan mendapat arus sebesar:

$$I_{pm} \text{ Array} = I_{pm} \times 2$$

$$I_{pm} \text{ Array} = 5,65 \text{ A} \times 2$$

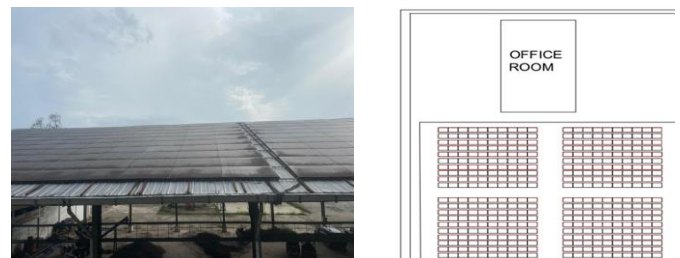
$$I_{pm} \text{ Array} = 11,3 \text{ Ampere}$$

Maka P_{MPP} dapat dicari sebagai berikut:

$$P_{MPP} = V_{pm} \times I_{pm}$$

$$= 601 \text{ V} \times 11,3 \text{ A}$$

$$= 6.791,3 \text{ Wp}$$



Gambar 5. Susunan Panel Surya

Pada rangkaian atas kita dapat mengetahui jumlah panel surya yang digunakan sebanyak 400 panel surya, dimana tiap-tiap string dapat menghasilkan Daya.Watt peak jika 6.791,3 ada 20 string di susun maka semua jumlah daya yang di bangkitkan PLTS mengalami

penyusutan maka daya yang di bangkitkan PLTS 135.826 watt peak

Spesifikasi Solar Charger Controller(MPPT)

Berikut spesifikasi Solar Charger Controller (MPPT)

Tabel 4. Spesifikasi Solar Charger Controller(MPPT)

Spesifikasi	Keterangan
Nilai daya	10 kw
Max PV input voltage (VDC)	1000
Efisiensi	95%
Dimensi	415x5161x180mm
Berat	25kg
Frequency	50HZ-60HZ



Gambar 6. Solar Changer Controller jenis MPPT(maximum powerpoin tracking)

Jumlah Baterai dan Rangkaian

N = 2, Vs = Volt, EL = 80kwh , DOD = 0,8 , Efisiensi Baterai = 0,95

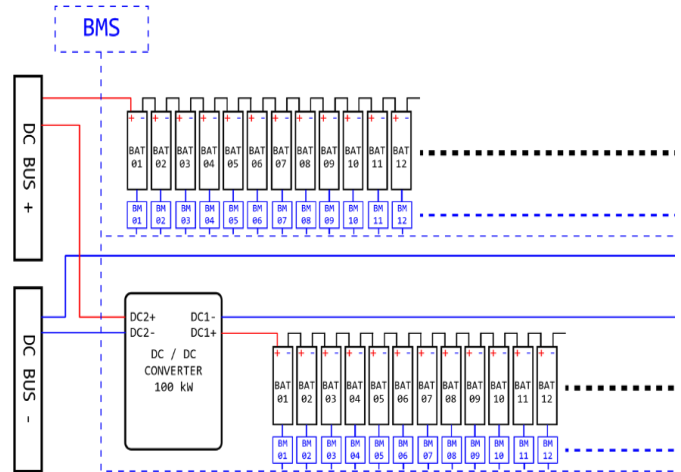
$$Cb = \frac{w \times AD}{DOD} \times 1000$$

$$Cb = \frac{80.000 \text{ kwh}}{0,8 \times 380 \text{ v}} \times 1000$$

$$Cb = \frac{40,00}{304} \times 1000$$

$$Cb = 0,1315 \times 1000$$

$$Cb = 131,5 : 0,95 = 138,42 \text{ ah}$$



Gambar 7. Susunan Rangkaian Baterai

Jenis baterai yang ada dalam perencanaan sistem ini adalah TSWB -LYP 1000 AHC TR maka total jumlah yang digunakan 202 baterai dengan menggunakan rangkaian:

$$N_{hub \text{ seri}} = \frac{\text{tegangan sistem}}{\text{tegangan nominal batrai}}$$

$$N_{hub \text{ seri}} = \frac{380 \text{ v}}{3,3 \text{ v}}$$

$$N_{hub \text{ seri}} = 115$$

$$N_{hub \text{ paralel}} = \frac{Cb}{\text{kapasitas batrai}}$$

$$N_{hub \text{ paralel}} = \frac{138,42 \text{ ah}}{100 \text{ ah}}$$

$$N_{hub \text{ paralel}} = 1,38 \text{ ah}$$

$$N_{hub \text{ seri}} \times N_{hub \text{ paralel}}$$

$$\text{Total} = 202 \text{ batrai}$$

Jadi jumlah yang di dibutuhkan oleh sistem adalah sebanyak 202 baterai.

Energi Listrik yang Dihasilkan PLTS saat Pengujian

Adapun energi listrik yang Dihasilkan saat pengujian pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. energi listrik yang di dihasilkan PLTS saat pengujian.

NO	TANGGAL	JAM	SISTEM						CELL BATTERY						TEMPERATURE HUMIDITY RUANG BATTERY C	KETERANGAN
			VOLTAGE (V)		CURRENT (A)		POWER (KW)		REF. VOLT (V)		AVG. VOLT (V)		VOLT. DIFF			
			BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2		
1	1/3/2023	8:05	372,8	369,6	13,9	-	4,80	-	2,50	2,50	3,31	3,30	0,06	0,02	27.2 / 84.6	BMS 01 No. 23.76 error
2	1/3/2023	13:05	377,7	63,9	63,9	-	23,50	-	2,50	2,50	3,34	3,30	0,06	0,02	27.7 / 85.2	Ok
3	1/3/2023	16:30	381,4	378,2	26,9	-	9,80	-	2,50	2,50	3,38	3,30	0,06	0,02	28.2 / 83.7	Ok
4	2/3/2023	8:10	385,8	382,1	59,2	-	22,70	-	2,50	2,50	3,37	3,30	0,07	0,02	28.0 / 83.7	BMS 01 No.68.23,36,6 error
5	2/3/2023	13:07	389,4	386,2	-2,3	-	-	-	2,50	3,64	3,46	3,31	0,13	0,02	28.6 / 80.9	Ok
6	2/3/2023	16:01	340,6	387,5	-2,3	-	-	-	2,50	2,50	3,47	3,31	0,27	0,02	29.1 / 81.5	Ok
7	3/3/2023	8:00	380,2	377,1	40,3	-	15,50	-	2,50	2,50	3,47	3,31	0,06	0,02	27.5 / 80.6	BMS 01 No. 112.23 error
8	3/3/2023	13:07	389,4	386,1	-10	-	2,30	-	2,50	2,50	3,46	3,31	0,10	0,02	28.8 / 81	Ok
9	3/3/2023	15:45	373,8	370,8	29,6	-	-11,40	-	2,50	2,50	3,37	3,31	0,06	0,02	28.4 / 84.1	Ok
10	4/3/2023	8:04	381,7	380,8	53,1	-	25,00	-	25,00	25,0	3,34	3,31	0,07	0,02	26.9 / 83.7	OK
11	4/3/2023	13:08	390,5	387,4	-1,7	-	-	-	2,50	2,50	3,46	3,31	0,10	0,02	28.2 / 82.9	OK
12	4/3/2023	15:50	390	386,7	-4,6	-	-	-	2,50	2,50	3,46	3,31	0,09	0,02	28, / 81.2	OK
13	6/3/2023	8:00	379,9	376,6	52,5	-	19,90	-	2,50	2,50	3,36	3,31	0,06	0,02	27.3 / 82.7	BMS 01 No.23.3.12 error
14	6/3/2023	13:00	378,7	375,8	75,9	-	27,0	-	2,50	2,50	3,35	3,31	0,07	0,02	28.8 / 80.7	
15	6/3/2023	15:42	387,6	385	23,3	-	9,10	-	2,50	2,50	3,44	3,31	0,08	0,02	29.2 / 80.2	BMS 01 No.62.23 error
16	7/3/2023	8:05	377,7	374,6	44,3	-	16,80	-	2,50	2,50	3,34	3,31	0,07	0,02	28.0 / 82.4	BMS 01 No.212.68.5.30 error
17	7/3/2023	13:05	389,2	386,2	-2,3	-	-	-	2,50	2,50	3,46	3,31	0,09	0,02	29.4 / 80.2	OK
18	7/3/2023	15:53	389,2	386	-	-	-	-	2,50	2,50	3,45	3,31	0,02	0,02	29.1 / 82.2	OK
19	8/3/2023	8:05	376,2	373,1	40,8	-	15,80	-	2,50	2,50	3,33	3,31	0,06	0,02	28.3 / 82.2	Bms 01 No.23.68.12 error
20	8/3/2023	13:00	388,3	385,2	8,5	-	2,30	-	2,50	2,50	3,44	3,31	0,12	0,02	29.5 / 81.5	Bms 01 No.59 error
21	8/3/2023	16:05	382,3	380,2	116,7	-	46,70	-	2,80	2,50	3,32	3,31	3,32	0,02	29.6 / 81.1	OK
22	9/3/2023	8:02	19:12	375,5	21	-	8	-	2,50	2,50	3,36	3,31	0,06	0,02	28.4 / 81.4	OK
23	9/3/2023	13:04	389,6	386,4	-2,3	-	-	-	2,50	2,50	3,46	3,31	0,09	0,02	29.6 / 80.4	OK
24	9/3/2023	15:50	388,4	384,6	-5,8	-	-3,50	-	2,50	2,50	3,45	3,31	0,11	0,02	301 / 78.4	OK
25	10/3/2023	7:55	385,4	382,3	115,1	-	44,40	-	2,50	2,50	3,34	3,31	3,34	0,02	28.6 / 80.1	Bms 01 No.23.68.error
26	10/3/2023	13:03	384,5	380,8	-22,3	-	-8,70	-	2,50	2,50	3,41	3,31	0,07	0,02	29.9 / 78.7	OK
27	10/3/2023	15:44	390,2	387,1	-27	-	-	-	2,50	2,50	3,46	3,31	0,08	1/0/1900	29.9 / 78.5	OK
28	11/3/2023	8:05	375,3	372,1	-4,2	-	12,49	-	2,50	2,50	3,38	3,31	0,06	0,02	28.4 / 81.8	OK
29	11/3/2023	13:05	379,5	382,9	7,0	-	3,40	-	2,50	2,50	3,36	3,31	0,06	0,02	28.8 / 83.4	OK
30	11/3/2023	15:45	370,5	367,2	-73,7	-	27,20	-	2,50	2,50	3,30	3,31	0,07	0,02	28.4 / 83	OK

Tabel 6. Energi Listrik yang di dihasilkan PLTS saat Pengujian

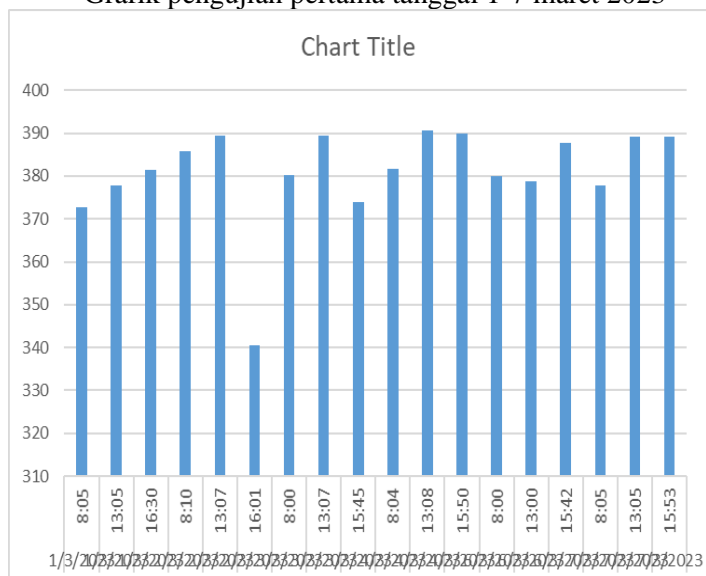
NO	TANGGAL	JAM	SISTEM						CELL BATTERY						TEMPERATURE HUMIDITY RUANG BATTERY C	KETERANGAN
			VOLTAGE (V)		CURRENT (A)		POWER (KW)		REF. VOLT (V)		AVG. VOLT (V)		VOLT. DIFF			
			BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2		
1	13/03/2023	8:03	377,5	374,4	18	-	6,70	-	2,50	2,50	3,35	3,31	0,06	0,02	277 / 83.9	Bms 01 No.68,76,12,23 error
2	13/03/2023	13:02	388,5	385,4	18,1	-	6,90	-	2,50	2,50	3,44	3,31	0,10	0,02	28.7 / 83.2	OK
3	13/03/2023	15:46	372	368,7	-61,9	-	-22,30	-	2,50	2,50	3,31	3,31	0,06	0,02	285 / 85.2	Bms 01 No.107,23 error
4	14/03/2023	8:08	377,3	374,10	66,5	-	25,10	-	2,50	2,50	3,34	3,31	0,06	0,02	27.4 / 84.3	Bms 01.No.20,48.23 error
5	14/23/2014	8:08	369,1	365,80	-57,9	-	21,90	-	2,50	2,50	3,25	3,31	0,06	0,02	28.1 / 84.2	OK
6	14/03/2023	15:57	570,5	367,3	-16,2	-	-5,60	-	2,50	2,50	3,29	3,31	0,06	0,02	28 / 84.8	OK (PLN charger cR.lo
7	15/03/2023	8:02	364,7	361,6	2,5	-	-	-	2,50	2,50	3,23	3,29	0,06	0,03	27.3 / 85.3	Bms No.60,15,23 error
8	15/03/2023	13:02	379,9	373,6	102,1	-	37,30	-	2,50	2,50	3,27	3,30	3,27	0,03	28.4 / 84.3	OK
9	15/03/2023	16:12	364,0	365,6	-70,1	-	24,60	-	2,50	2,50	3,28	3,30	0,06	0,03	28.5 / 82.9	OK
10	16/03/2023	8:08	361,6	358,7	1,2	-	-	-	2,50	2,50	3,21	3,28	0,06	0,95	273 / 82.9	Bms 01 No.105,15,23,12 error
11	16/03/2023	13:05	364,7	361,3	-86,5	-	-30,70	-	2,50	2,50	3,25	3,28	0,06	0,31	28.4 / 83	Bms 01 No.23,15,85 error
12	17/03/2023	8:00	368,0	366,1	108,3	-	33,90	-	2,50	2,50	3,26	3,28	0,10	3,20	28.0 / 83.9	Bms 01 No.23.59 error
13	17/03/2023	13:02	376	372,4	56	-	18,40	-	2,50	2,50	3,27	3,26	3,27	0,07	29.6 / 82.1	OK
14	17/03/2023	17:00	368,9	364,7	-74,6	-	-28,00	-	2,50	2,50	3,27	3,27	0,06	0,06	29.5 / 82.3	OK
15	18/03/2023	8:00	369,4	366,4	26,6	-	35,60	-	2,50	2,50	3,22	3,25	0,06	0,13	28.1 / 181	low
16	18/03/2023	13:09	380,6	377,2	101,3	-	38,10	-	2,50	2,50	3,29	3,28	3,29	0,04	30 / 766	Bms 01 low
17	18/03/2023	18:23	371,6	368,8	-4,2	-	-	-	2,50	2,50	3,30	3,28	0,06	0,04	29.6 / 80.8	Bms 01 No.212 error
18	20/03/2023	8:00	380,9	377,8	38,4	-28,7	14,50	10,8	2,50	2,50	3,37	3,29	0,06	0,40	27.4 / 81.3	OK
19	20/03/2023	23:05	373,4	370,5	-17,6	-	39,10	-	2,50	2,50	3,33	3,31	0,08	0,02	29.7 / 79.4	OK
20	20/03/2023	16:20	368,8	365,5	-101,8	-	-37,90	-	2,50	2,50	3,28	3,31	0,06	0,02	29.8 / 81.0	Bms 01 No.12 error
21	21/03/2023	8:03	373,1	370,1	42,2	-	11,60	-	2,50	2,50	3,31	3,31	0,06	0,02	27.4 / 80.1	Bms 01 No 12.23 error
22	21/03/2023	13:11	386,5	382,8	66,3	-	-13,40	-	250	2,50	3,43	3,31	0,12	0,03	30 / 72.5	OK
23	21/03/2023	15:58	382,3	378,5	-28,9	-	-11,30	-	2,50	2,50	3,40	3,31	0,25	0,02	30 / 73	OK
24	22/03/2023	8:10	383,5	380,6	31,6	-	12,10	-	2,50	2,50	3,40	3,31	0,08	0,02	28 / 80	OK
25	22/03/2023	13:10	376,9	373,1	-84,7	-	-34,10	-	2,50	2,50	3,36	3,31	0,10	0,02	30.2 / 74.6	Ok
26	22/03/2023	16:19	371,6	368,3	-48,5	-	-16,90	-	2,50	2,50	3,30	3,31	0,08	0,02	30.5 / 37.8	OK
27	23/03/2023	8:00	379,2	376,1	99,2	-	37,60	-	2,50	2,50	3,35	3,31	0,06	0,02	28.5 / 81.1	OK
28	23/03/2023	13:00	387,2	384,1	-1,4	-	-	-	2,50	2,50	3,44	3,31	0,13	0,02	30.0 / 79.6	OK
29	23/03/2023	16:20	366,6	363,1	-130,7	-	-48,90	-	2,50	2,50	3,27	3,31	0,08	0,02	29.6 / 80.6	OK
30	24/03/2023	8:00	377,4	373,6	91,3	-	34,19	-	2,50	2,50	3,34	3,31	0,06	0,02	28.4 / 81.1	Bms 01 No.23.48 error

Tabel 7. Energi listrik yang di hasilkan PLTS saat pengujian

NO	TANGGAL	JAM	SISTEM						CELL BATTERY						TEMPERATURE HUMIDITY RUANG BATTERY C	KETERANGAN
			VOLTAGE (V)		CURRENT (A)		POWER (KW)		REF. VOLT (V)		AVG. VOLT (V)		VOLT. DIFF			
			BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2	BMS 1	BMS 2		
1	24/03/2023	8:00	377,4	373,6	91,3	-	34,19	-	2,50	2,50	3,34	3,31	0,06	0,02	28.4 / 81.1	Bms 01 No.23.48 error
2	24/03/2023	13:00	380,5	378,2	131,5	-	41,70	-	2,50	2,50	3,30	3,31	3,30	0,02	30.5 / 75.6	OK
3	25/03/2023	8:00	372,9	369,7	17,5	-	6,50	-	2,50	2,50	3,31	3,30	0,06	0,02	28.1 / 81.5	OK
4	25/03/2023	13:20	369,4	366,8	-34,3	-	-14	-	2,50	2,50	3,29	3,30	0,06	0,02	29.9 / 80.9	OK
5	25/03/2023	16:01	373,9	470,2	6,9	-	2,40	-	2,50	2,50	3,32	3,30	0,06	0,02	29.6 / 80.9	OK
6	27/03/2023	8:00	374,2	370,7	-24,4	-	-12,80	-	2,50	2,50	3,32	3,30	0,06	0,02	28.1 / 81.9	OK
7	27/03/2023	13:07	388,2	385,1	27,5	-	11,20	-	2,50	2,50	3,43	3,30	0,27	0,06	28.7 / 83.1	OK
8	27/03/2023	16:01	373,9	370,9	-38,1	-	-14,20	-	2,50	2,50	3,32	3,30	0,06	0,02	28.8 / 83.3	OK
9	28/03/2023	8:00	379,1	375,9	96,6	-	35,80	-	2,50	2,50	3,28	3,30	3,29	0,02	27.4 / 84.8	Bms 01 No.23.112.68.34 error
10	28/03/2023	15:55	389,0	385,8	-42	-	-	-	2,50	2,50	3,45	3,31	0,12	0,02	30.7 / 80.5	OK
11	28/03/2023	18:03	372,6	369,4	-47,2	-	-17,60	-	2,50	2,50	3,31	3,31	0,06	0,02	30.2 / 80.3	OK
12	28/03/2023	21:05	369,8	366,7	-40,7	-	-14,70	-	2,50	2,50	3,88	3,31	0,07	0,02	29.5 / 96.4	OK
13	28/03/2023	23:04	368,4	365,3	-60,1	-	-21,50	-	2,50	2,50	3,27	3,31	0,06	0,02	29.1 / 77.3	OK
14	29/03/2023	8:00	375,9	372,9	57,9	-	20,90	-	2,50	2,50	3,33	3,31	0,06	0,02	28.5 / 79.9	OK
15	29/03/2023	13:00	28,9	377,6	29,9	-	9,60	-	2,50	2,50	3,37	3,31	0,07	0,02	30.0 / 80.6	OK
16	29/03/2023	16:00	381,9	378,5	64,7	-	25,80	-	2,50	2,50	3,38	3,31	0,06	0,02	30.3 / 80.7	OK
17	29/03/2023	18:43	34,1	368,1	-55,5	-	-20,80	-	2,50	2,50	3,30	3,31	0,07	0,02	30 / 80.6	OK
18	29/03/2023	22:22	368,8	365,7	-54,2	-	-19,50	-	2,50	2,50	3,28	3,31	0,06	0,02	24.2 / 82.7	OK
19	30/03/2023	8:00	372,3	364,0	-14,2	-	-5,10	-	2,50	2,50	3,30	3,31	0,06	0,02	28.4 / 81.3	Bms 01 No.34.23 error
20	30/03/2023	13:00	379,3	367,2	53,8	-	22,90	-	2,50	2,50	3,36	3,31	0,06	0,02	29.3 / 82.7	Ok
21	30/03/2023	16:00	374,6	371,4	-26,6	-	-11,50	-	2,50	2,50	3,33	3,31	0,06	0,02	29.0 / 84.2	OK

Pada tabel diatas, hasil saat pengujian pembangkit listrik tenaga surya pada PT. Makmur Indah Selaras Internasional yang di cek dari pukul 08:00 -13:00 dan 16:00 di mana di setiap pengecekan pada grafik di bawah ini :

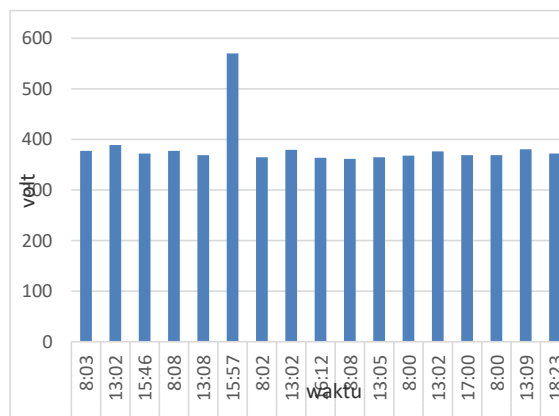
Grafik pengujian pertama tanggal 1-7 maret 2023



Gambar 8. Grafik Energi PLTS Pengujian Minggu Pertama

Pada gambar grafik di atas di ambil pada data yang di hasilkan PLTS pada saat pengujian pertama tanggal 1 sampai 7 maret 2023 PT.Makmur Indah Selaras Internasional. Energi listrik yang dihasilkan pada siang hari lebih banyak dari pada pagi atau pun sore hari. Rata - rata energi yang di hasil kan pada siang hari 379 - 389 Volt dan pada sore hari tanggal 02- 03 -2023 turun 340 volt di karenakan mendung.

Grafik pengujian minggu kedua tanggal 13-18 maret 2023



Gambar 9. Grafik Energi PLTS pengujian Minggu Kedua

Pada gambar grafik di atas diambil pada data yang dihasilkan PLTS pada saat pengujian minggu kedua tanggal 13 sampai 18 maret 2023 PT.Makmur Indah Selaras Internasional

dimana energi listrik yang dihasilkan pada siang hari lebih banyak dari pada pagi atau pun sore hari di mana rata - rata energi yang dihasilkan pada siang hari hampir sama saat pengujian saat minggu pertama dan pada tanggal 14 -03-2023 naik sampai 500 volt dikarenakan mendapat supply dari listrik PLN.

SIMPULAN

1. Adapun rumusan permasalahan yang ada di PT.

Makmur Indah Selaras Internasional adalah penanganan konsumsi listrik dan penambahan Energi listrik dengan memanfaatkan penggunaan (EBT) energi baru terbarukan yaitu penyediaan berupa PLTS dengan menggunakan sistem *hybrid*. Daya yang dibangkitkan pada PLTS ini sebesar 136.000 kWp dengan panel surya yang terpasang sebanyak 400 modul, beserta mempunyai *string* sebanyak 20 *String* dan setiap *String* memiliki 10 buah modul seri dan 10 buah modul paralel, sedangkan untuk SCC (solar Charger Controler) kapasitas 10 kw dan inverter 200-500 VAC dan output MPPT 380VDC. Kapasitas yang di gunakan pada baterai sebesar 1000 Ah dengan rangkaian seri paralel 202 baterai.

2. Berdasarkan pada data yang di hasilkan PLTS pada PT. Makmur Indah Selaras Internasional, data saat pengujian dimana energi listrik yang dihasilkan pada siang hari lebih banyak dari pada pagi ataupun sore hari. Rata - rata energi yang di hasil kan pada siang hari 379 -389 volt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Noor Hajir, Muhamad Haddin, Agus Suprajitno “Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem hybrid di PT. Koloni Timur” *elektrika*, vol.14 no.1 tahun 2022
- [2] Nuryanto, L. E. (2022). Perancangan Sistem Kontrol Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLN dan PLTS) Kapasitas 800 Wp. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 17(3), 196-205.
- [3] I Gede Agus Januar Ariawan, Ida Ayu Dewi Giriantari, I wayan Sukerayasa, “ Perancangan PLTS Atap Di genung Graha Sewaka Dharma” *Junal SPEKTRUM* Vol. 8, No.3 September 2021
- [4] Ariawan, A. M., & Sinaga, N. (2021). Perencanaan Pembangunan Plts Hybrid Di Pondok Pesantren Al-Anwar 4 Serang, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Sains dan Teknologi Reaksi*, 19(01)
- [5] Syarif, I., & Putri, A. N. (2020). Desain Simulasi Stabilitas Frekuensi Beban Hybrid PLTS Dengan PLTD. *PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 7(1), 45-50.
- [6] Hidayanti, D., & Dewangga, G. (2020). Rancang bangun pembangkit hybrid tenaga angin dan surya dengan penggerak otomatis pada panel surya. *Eksergi: Jurnal Teknik Energi*, 15(3), 93-101.
- [7] Maitilah, Ikrima Alfi, “ Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Gedung Asrama Mahasiswa Sa-Ija’an Yogyakarta”, 2019
- [8] E.Roza and M. Mujirudin, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fakultas Teknik UHAMKA,” *Ejournal Kajian Teknik Elektro*, vol. 4, no. 1, p.21, 2019.
- [9] Duka, E. A., Setiawan, I. N., & Weking, A. I. (2018). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga

Surya Hybrid Pada Area Parkir Gedung Dinas Cipta Karya, Dinas Bina Marga Dan Pengairan Kabupaten Badung. *E-Journal Spektrum*, 5(2), 67-73.

- [10] Supriyono, T. (2017). Optimum disain plts hybrid 10 mw dengan turbin gas. In *Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI)* (Vol. 11, No. 1, pp. 36-46). *Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI)*.

Biodata Penulis

Hendi Saputra, Lahir di Sungai Baung, 06 Mei 2003, Menyelesaikan Pendidikan D3 Teknik Listrik di Universitas Batanghari Jambi.

NJ.Thamrin, Lahir di Mersam, 22 Mei 1977, Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Teknik Elektro di Universitas Sriwijaya Palembang, dan Master of Engineering Teknik Mesin di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Hj.Venny Yusiana, Lahir di Palembang, 09 Juni 1972, menyelesaikan Pendidikan Sarjana Teknik Elektro di Universitas Tridnanti Palembang, dan Magister Teknik Informatika di Universitas Bina Darma Palembang Bidang Teknik Informatika.