

PROYEK AKHIR

**STUDY EVALUASI PEMASANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA SISTEM HYBRID PADA PT. MAKMUR
INDAH SELARAS INTERNASIONAL KABUPATEN MUARO
JAMBI PROVINSI JAMBI**



Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum
Program Studi Teknik Listrik Program Diploma Tiga Fakultas Teknik

Disusun Oleh :

**HENDI SAPUTRA
2I00820403005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISRIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANG HARI JAMBI
2024**

PROYEK AKHIR
STUDY EVALUASI PEMASANGAN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA SISTEM HYBRID PADA PT. MAKMUR
INDAH SELARAS INTERNASIONAL KABUPATEN MUARO
JAMBI PROVINSI JAMBI



Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum
Program Studi Teknik Listrik Program Diploma Tiga Fakultas Teknik

Disusun Oleh :
HENDI SAPUTRA
2100820403005

PROGRAM STUDI TEKNIK LISRIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANG HARI JAMBI
2024

HALAMAN PERSETUJUAN

STUDY EVALUASI PEMASANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID PADA PT. MAKMUR INDAH SELARAS INTERNASIONAL KABUPATEN MUARO JAMBI PROVINSI JAMBI



Dengan ini dosen pembimbing sidang akhir proyek akhir program studi Diploma Tiga Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari menyatakan proyek akhir dengan judul dan penyusunan sebagaimana diatas telah disetujui sesuai prosedur, ketentuan dan kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam seminar sidang akhir program studi D3 Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Jambi, 17 Agustus 2024

Pembimbing 1

Handwritten signature of H. N.J. Thamrin in blue ink.

H. N.J. Thamrin, ST. M.Eng

Pembimbing 2

Handwritten signature of Hj. Venny Yustiana in blue ink.

Hj. Venny Yustiana, ST. M.Kom

HALAMAN PENGESAHAN

STUDY EVALUASI PEMASANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID PADA PT. MAKMUR INDAH SELARAS INTERNASIONAL KABUPATEN MUARO JAMBI PROVINSI JAMBI

Proyek akhir ini telah dipertahankan dihadapan panitia penguji ujian proyek akhir dan komprehensif dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada program studi D3 Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Nama : HENDI SAPUTRA

NPM : 2100820403005

Hari / Tanggal Ujian : 15-08-2024

Jam : 11:00 wib s/d Selesai

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

Jabatan

- | | Nama |
|----------------|--------------------------------|
| 1. Ketua | : H.N. Thamrin, ST, M.Eng |
| 2. Sekretaris | : Hj Venny Yustiana, S.P.M.Kom |
| 3. Penguji I | : Ir.S Umar Djufri, MT |
| 4. Penguji II | : Eko Suprpto, S.Kom |
| 5. Penguji III | : Ir. Rozlinda Dewi, M.Si |

Tanda tangan



Disahkan oleh:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Listrik



Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME



Ir. S. Umar Djufri, MT

ABSTRAK

STUDY EVALUASI PEMASANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID PADA PT. MAKMUR INDAH SELARAS INTERNASIONAL KABUPATEN MUARO JAMBI PROVINSI JAMBI

Oleh : Hendi Saputra

Nim : 2100820403005

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 pemenuhan 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 dilakukan penyediaan berupa pembangkit listrik tenaga surya. Atap untuk memaksimalkan penggunaan atap surya sebagai lahan dalam penerapan panel surya. Menghitung daya yang dihasilkan 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 dihasilkan pada siang hari hampir sama saat pengujian saat minggu pertama dan pada tanggal 14 Maret 2023 naik sampai 500 volt dikarenakan 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 dihasilkan pada siang hari 379 -389 Volt.

Kata Kunci: PLTS; Hybrid dan Energi Listrik

ABSTRACT

STUDY EVALUASI PEMASANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID PADA PT. MAKMUR INDAH SELARAS INTERNASIONAL KABUPATEN MUARO JAMBI PROVINSI JAMBI

By : Hendi Saputra

Nim : 2100820403005

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 International. 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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir dengan Judul “Study Evaluasi Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Hybrid Pada Pt. Makmur Indah Selaras Internasional Kabupaten Muaro Jambi Provinsi Jambi”.

Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan kurikulum program pendidikan Diploma III (D3) pada Jurusan Teknik Listrik Universitas Batanghari Jambi.

Selama proses penyusunan Proyek akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak, terutama orangtua, keluarga beserta saudara dan kerabat, atas bantuan dan dukungannya baik moral maupun material. Oleh karena itu dengan segala rasa hormat penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H Fakhru Rozi Yamali, ME selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Ir. S. Umar Djufri, M.T selaku ketua program studi Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
3. Bapak H. NJ. Thamrin, ST, M.Eng selaku pembimbing I
4. Ibu Hj Venny Yusiana ST, M. Kom selaku pembimbing II

Akhir kata menyadari bahwa dalam penulisan proyek akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan proyek akhir ini. Semoga laporan proyek akhir ini dapat memberikan manfaat sebagaimana mestinya kepada pembaca.

Jambi, Juli 2024

Penulis

HENDI SAPUTRA

2100820403005

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pembangkit Listrik	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	5
2.3 Data Radiasi Matahari	5
2.4 Rangkaian Panel Surya	6
2.5 Panel Surya	8
2.6 Sistem PLTS.....	10
2.7 Jenis-Jenis Sel Surya.....	11
2.8 Array Modul Surya	13
2.9 SCC (Solar Charger Control).....	14
2.10 Inverter.....	15
2.11 Baterai.....	17
2.12 APP (Alat Pengukur Dan Pembatas)	18
2.13 Penelitian Terdahulu	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Lokasi Evaluasi Penelitian	23
3.2 Peralatan Penelitian	24
3.3 Diagram Alir (Flowchart) Penelitian	25
3.4 Waktu Penelitian	27
3.5 Desain PLTS Dan Jenis Panel Surya	28
3.6 Total Beban Dan Luas Area.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Perhitungan Area Array Dan Spesikasi Modul	30
4.2 Perhitungan hasil daya yang bangkitkan pada PLTS.....	32
4.3 Susunan Panel Surya	33
4.4 Spesikasi Solar Charger Controller (MPPT).....	34
4.5 Jumlah Baterai dan Rangkaian	35
4.6 Energi Listrik Yang Dihasilkan PLTS SaatPengujian	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
Lampiran	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penyaluran Sistem Tenaga Listrik	4
Gambar 2.2 Rangkaian Seri.....	7
Gambar 2.3 Rangkaian Paralel	7
Gambar 2.4 Rangkaian Seri Paralel	8
Gambar 2.5 Sturuktur Modul Panel Surya	8
Gambar 2.6 Sistem On-Grid	10
Gambar 2.7 Sistem Of-Grid.....	10
Gambar 2.8 Sistem Hybrid	11
Gambar 2.9 Panel Surya Monocortytaline.....	12
Gambar 2.10 Panel Surya Polycrystalline	12
Gambar 2.11 Panel Surya Dengan Teknologi Thin Film	13
Gambar 2.12 Solar Changer Controller Jenis (MPPT)	15
Gambar 2.13 Gelombang keluaran inverter	16
Gambar 2.14 Baterai Baterai TSWB – LYP 1000 AHC	18
Gambar 2.15 APP Kwh Exim.....	19
Gambar 3.1 Pabrik CPO Mini	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3.3 Module Panel Surya Cigs 340 Wp.....	28
Gambar 4.1 Spesikasi Solar Panel Cigs -340	30
Gambar 4.2 Susunan Panel Surya	33
Gambar 4.3 Solar Changer Controller jenis MPPT	34
Gambar 4.4 Susunan Rangakain Baterai.....	35
Gambar 4.5 Grafik Energi PLTS Pengujian Minggu Pertama	40
Gambar 4.6 Grafik Energi PLTS Engujian Minggu Kedua	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Radiasi Matahari.....	19
Tabel 2.2 Efisiensi Panel Surya Perjenis	
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu.....	
Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop.....	25
Tabel 3.2 Jenis dan Sumber Data yang Digunakan.....	28
Tabel 3.3 Jadwal Penelitian	29
Tabel 3.4 Spesifikasi Modul Panel Surya 340 Wp Cigs Monocrysteline	30
Tabel 4.1 Spesifikasi Modul Panel Surya 340 Wp Cigs Monocrysteline	31
Tabel 4.2 Spesifikasi Solar Charger Controller (MPPT).....	36
Tabel 4.3 Energi Listrik Yang Di Hasilkan Plts Saat Pengujian.....	39
Tabel 4.4 Energi Listrik Yang Di Hasilkan Plts Saat Pengujian.....	40
Tabel 4.5 Energi Listrik Yang Di Hasilkan Plts Saat Pengujian.....	41





BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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 industri 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 pembaikan 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 Rangkaikaian 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.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh rumusan masalah pada proyek akhir ini yaitu bagaimana analisa hasil perhitungan daya yang dibangkitkan pada pembangkit listrik tenaga surya saat uji coba pada PT. makmur indah selaras internasional?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan Proyek akhir ini adalah mengetahui besarnya daya ouput, kapasitas solar panel dan spesifikasinya, dan daya batrai yang tersimpan pada PLTS HYBRID PT. Makmur indah selaras internasional

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Proyek akhir ini adalah menghitung komponen serta daya yang di hasilkan pada PLTS HYBRID PT. makmur indah selaras internasional

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah yaitu untuk mengevaluasi berapa jumlah daya yang dihasilkan PLTS system hybrid yang di bangkitkan pada atap PT. Makmur Indah Selaras Internasional dan menamba energi listrik.

1.6 Sistematika Penulisan

Supaya mempermudah penulisan dan pengetahuan mengenai laporan proyek akhir ini, penulis membagi dalam 5 bab penulisan. Adapun bab-bab dalam penulisan tersebut adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumus masalah, tujuan penelitian batasan masalah serta sistematika penulisan laporan proyek akhir.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini berisikan Teori serta tinjauan pustaka yang berkaitan dengan PLTS (pembangkit listrik tenaga surya) atap beserta komponen komponen yang terdapat pada PLTS

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menerangkan tentang model penelitian, objek penelitian, data penelitian, dan langkah-langkah penelitian

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang pembahasan data dan analisa penelitian yang didapatkan dari hasil penelitian di lokasi dan pengolahan data yang diperoleh.

BAB V : PENUTUP

Dari hasil data penelitian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai penutup proyek akhir ini.

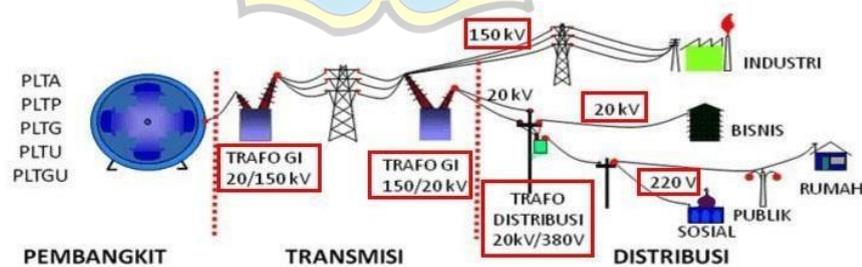
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik

Semakin bertambahnya tahun semakin banyak pula populasi manusia terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Dengan bertambahnya manusia maka permintaan kebutuhan juga semakin bertambah salah satunya kebutuhan bagi manusia adalah listrik.

Tenaga Listrik di bangkitkan dengan menggunakan pembangkit listrik di mana penggerak utamanya adalah generator yaitu merubah energi mekanik menjadi energi listrik. Macam macam pembangkit listrik yang ada di indonesia antara lain adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), masih banyak lainnya berikut gambaran proses distribusi Energi listrik.



Gambar 2.1 Penyaluran Sistem Tenaga Listrik
Sumber (PDKB.id.com)

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada dasarnya adalah sumber tenaga (Alat Penghasil Listrik) yang dapat dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik dari kecil hingga besar. pada siang hari, panel surya menerima sinar matahari dan kemudian mengubahnya menjadi listrik melalui proses photovoltaic. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat disuplai ke beban atau disimpan di baterai sebelum dialirkan ke beban. Konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel surya. PLTS menggunakan sinar matahari untuk menghasilkan listrik DC (Arus Searah), yang dapat diubah menjadi listrik AC (Arus Bolak-Balik).

Matahari sebagai sumber utama yang mendukung berlangsungnya proses ini. Panel surya akan menyerap energi yang disalurkan matahari. Battery charge regulator (BCR) sebagai alat pembantu panel surya. BCR berfungsi membagikan energi ke tiap-tiap sampai terisi penuh. Kemudian baterai meneruskan daya yang disimpannya menuju beban, baik berupa beban 24 VDC atau pun beban 220 VAC. Tetapi untuk beban 220 VAC dan 380 VAC harus melakukan perubahan arus dan tegangan terlebih dahulu dari baterai dc. Kemudian inverter merubah arus listrik dari DC menjadi AC yaitu 220 VAC ataupun 380 VAC dan menyambungkan dengan alat-alat yang memerlukan energi listrik. Ketika malam hari, panel surya tidak bisa memproduksi energi listrik dari matahari. Energi yang diperoleh berasal dari baterai yang menampung energi ketika siang hari.

2.3 Data Radiasi Matahari

Negara tropis seperti Indonesia sangat untuk menerapkan (EBT) energi baru terbarukan berupa pembangkit tenaga surya yang setiap tahunnya cukup besar. Energi surya dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai sumber energi alternatif selain dari jaringan PLN. Di Indonesia sangat cocok untuk menerapkan energi surya tersebut. Hal ini juga didasari dengan berdasarkan data potensi melalui Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Provinsi Jambi 2020.

Tabel 2.1 Data Radiasi Matahari

Bulan	Radiasi Matahari Wh/M2/Dayhari
Januari	3,468
Febuari	4,216
Maret	3,824
April	4,342
Mei	4,435
Juni	4,230
Juli	4,565
agustus	4,772
september	4,875
oktober	5,150
november	5,225
Desember	4,220
Rata rata	5,150

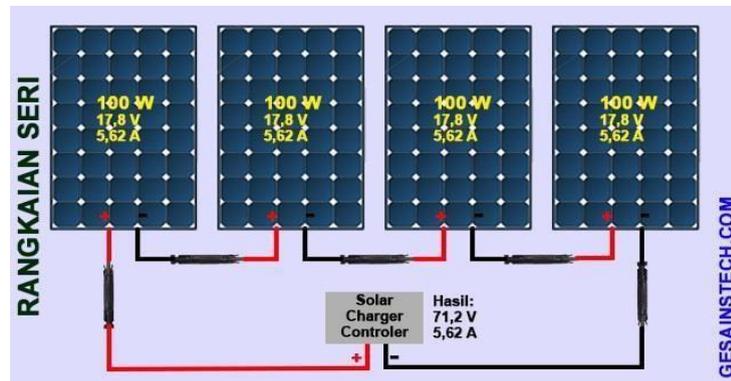
2.4 Rangkaian Panel Surya

Sistem pemasangan rangkaian panel surya hampir sama seperti merangkai sebuah baterai, yaitu ketika dirangkai secara seri maka tegangan akan bertambah sedangkan arus sama, tetapi jika dirangkai secara paralel maka arus akan bertambah sedangkan tegangan sama.

Berikut penjelasan mengenai panel surya yang di rangkai secara seri maupun paralel

a. Rangkaian Seri

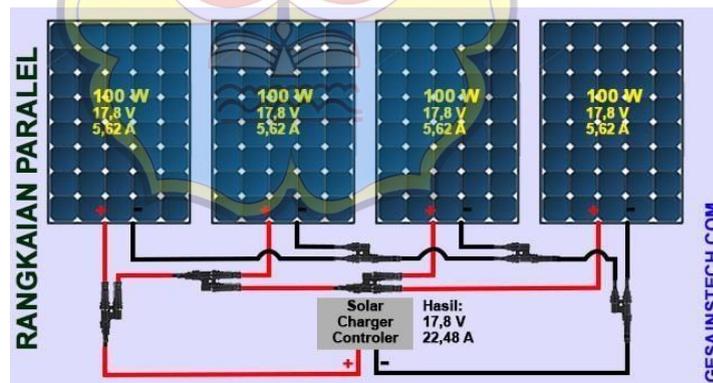
Rangkaian panel secara seri difungsikan saat dibutuhkannya hasil tegangan yang lebih besar. Sistem rangkaiannya lebih simple dan mudah. Setiap kutub positif panel surya dihubungkan ke kutub negatif panel surya yang lain, seperti terlihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Rangkaian Seri
Sumber (GESAINTECH.com)

b. Rangkaian Paralel

Panel yang dirangkai secara paralel sistemnya adalah kutub positif panel surya dihubungkan ke kutub positif panel surya yang lain, begitu pun sebaliknya. Rangkaian yang dipasang secara paralel diperlukan ketika arus yang dibutuhkan besar tetapi tegangan sama/tetap.



Gambar 2.3 Rangkaian Paralel
Sumber (GESAINTECH.com)

c. Rangkaian seri paralel

Rangkaian seri-paralel sering kali digunakan apabila ingin mendapatkan energi yang cukup dengan mengkombinasikan rangkaian seri dan paralel berikut gambar 2.4 rangkaian seri-paralel.

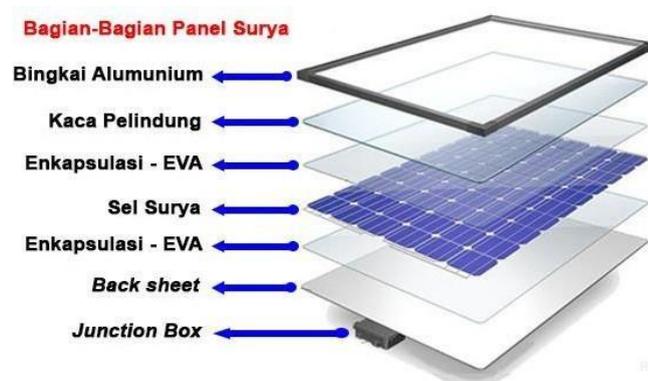


Gambar 2.4 Rangkaian Seri-Paralel
Sumber (GESAINTECH.com)

2.5 Panel Surya

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

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



Gambar 2.5 Sturuktur Modul Panel Surya
Sumber (GESAINTECH.com)

Adapun kegunaan bagian bagian sel surya adalah sebagai berikut :

1. Bingkai Aluminium

Fungsi dari bingkai aluminium adalah untuk melindungi bagian tepi laminasi di gunakan juga sebagai kerangka dari panel surya itu sendiri selain itu bingkai juga harus memiliki konstruksi yang kokoh dan kuat agar pada saat di pasang pada posisinya tersebut .

2. Kaca Pelindung

Kegunaan kaca pelindung atau tempered glass terbagi menjadi dua sisi yaitu depan belakang, lembaran kaca depan berfungsi untuk melindungi sel surya dari benturan atau pun puing-puing apapun yang ada di atas udara.

3. Enkapsulasi -EVA

Enkapsulasi adalah pelapisan yang digunakan pada sebuah material sedangkan EVA adalah singkatan dari “ *Ethylene vinyl acetate*” yaitu lapisan polimer transparan, seperti plastik yang dirancang khusus untuk merangkul dan untuk menahan pada posisinya selama pekerjaan dan pembuatannya .

4. Sel Surya

Sel surya atau sel fotovoltaik (*photovoltaic*) adalah bagian paling penting dari panel surya karena pada sel surya ini lah tempat terjadinya konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik atau bisa disebut dengan proses fotovoltaik.

5. Back Sheet

Back sheet adalah lapisan paling belakang dari panel surya berfungsi untuk memberikan perlindungan mekanis dan isolasi.

6. Junction Box

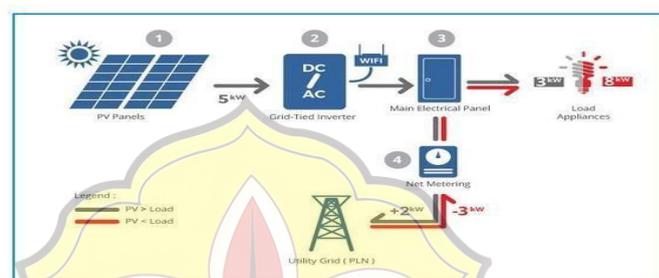
Junction box berfungsi untuk menyembunyikan kumpulan jaringan kabel sehingga terlihat lebih rapi ,selain itu junction box juga membuat kabel-kabel terhidar dari konsleting, karat dan gangguan lainnya.

2.6 Sistem PLTS

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

a. Sistem on – Grid

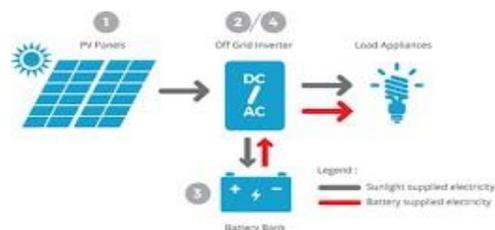
Sistem ini terhubung langsung dengan listrik negara, sistem ini masih ketergantungan dengan listrik negara dimana ketika panel fotovoltaik tidak mendapatkan sinaran matahari yang banyak dan menghasilkan energi maka akan di *back up* dengan listrik negara berikut gambar dari sistem PLTS model on- Grid



Gambar 2.6 Sistem On-Grid
Sumber (Unika Repostory.com)

b. Sistem of Grid

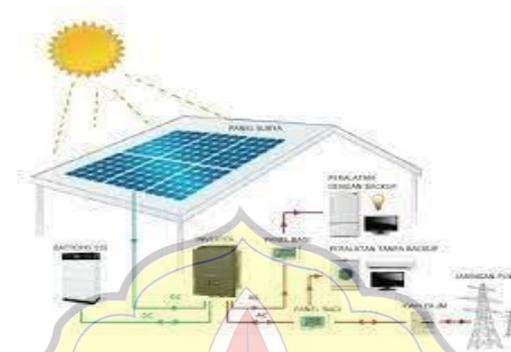
Sistem ini merupakan sistem yang individu tanpa ketergantungan oleh listrik negara sistem hanya mendapatkan modul photovoltaik dan menyimpan kelebihan energi tersebut ke dalam baterai biasanya baterai tersebut hanya membekup 2 hari saja.



Gambar 2.7 Sistem of Grid
Sumber(Unika Repostory.com)

c. Sistem hybrid

Sistem ini adalah sistem gabungan antara on -Grid dan off-Grid di mana terdapat juga baterai untuk cadangan jika panel tidak ada energi yang di salurkan dari tersambung juga dengan listrik negara jika sewaktu-waktu baterai dan panel photovoltaik sudah tidak ada energi di sistem ini juga jika panel mempunyai kelebihan energi bisa jual ke lembaga listrik negara.



Gambar 2.8 Sistem hybrid
Sumber (power surya)

2.7 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, bahan yang sering digunakan dalam pembuatan sel surya adalah cadmium telluride dan copper indium (gallium) ada juga yang memakai bahan semi konduktor jenis silicon. Selain silicon film tipis juga sebagai bahan pembuatan sel surya dengan menggunakan metode plasma-enhanced chemical vapor deposition (PEVCD) dari gasoline dan hydrogen.

Berikut adalah jenis-jenis sel surya yang dibagi menurut bahan pembuatannya :

1. Crystalline Silikon (c-Si)

Jenis crystalline silicon banyak digunakan dalam pembuatan sel surya. Ada dua teknologi yang di terapkan pada panel surya dengan menggunakan bahan crystalline.

a. Monocrystalline

Monocrystalline salah satu dari teknologi sel surya yang mempunyai efisiensi tinggi dengan besaran efisiensi sebesar 17-24% dan mempunyai rata-rata umur panel surya monocrystalline 20 tahun lebih. Monocrystalline dalam pembuatannya memakai proses Czochralski dengan menghasilkan silikon dengan bentuk silinder-silinder kecil dengan ketebalan sekitar 200-250 μm .

gambar dari modul surya monocrystalline di perlihatkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Panel Surya Monocortytaline
 Sumber gambar(*PT. Makmur Indah Serlaras Internasional*)

b. Polycrystalline

Polycrystalline sama halnya dengan monocrystalline, proses pembuatan memakai proses Czochralski dengan ketebalan 180-130 μm , dengan ketebalan yang lebih tipis dibandingkan dengan monocrystalline, maka dari itu panel jenis ini bertujuan untuk menurunkan harga dan berakibat pada efisiensi yang kurang baik yaitu sekitar 12-14%. Polycrystalline cenderung berwarna biru seperti yang terlihat di Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Panel Surya Polycrystalline
 Sumber (*sunterra.id*)

2. Thin Film Sollar Cell

Thin Film Sollar Cell teknologi dalam pembuatan sel surya kali ini adalah mengurangi biaya produksi. Dengan metode plasma enhanced chemical vapor deposition (PEVCD) efisiensi teknologi jenis thin film menjadi tertinggi yaitu 19% dengan menambahkan satu atau lebih thin film ke dalam substrate menghasilkan device sel surya lebih fleksibel.

Gambar 2.11 salah satu contoh panel surya dengan teknologi thin film.



Gambar 2.11 Panel surya dengan Teknologi Thin Film
Sumber(suryautamaputra.co.id)

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

Tabel 2.2 Efisiensi Panel Surya Perjenis

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

Sumber(Green Match Co.Id)

2.8 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 (2.1) luas array modul surya dapat ditentukan.

muatan (over charger) yang dapat menyebabkan baterai tidak bisa bertahan lama. Charger controller mampu mengontrol tegangan atau arus keluar masuk dari baterai sesuai dengan kondisi baterai.

Salah satu contoh SCC (Solar Charger Controller) di tunjukkan pada Gambar 2.12



Gambar 2.12 Solar Changer Controller Jenis MPPT
(*Maximum Powerpoin Tracking*)
Sumber (PT. Makmur Indah Selaras Internasional)

Tegangan dan arus masukkan SCC (Solar Charger Controller) harus lebih tinggi dari tegangan dan arus listrik panel surya. Batas aman menggunakan (safety margin) 1,25 untuk arus tegangan yang maksimum pada masukkan yang harus dipertimbangkan. Cara untuk menentukan tegangan dan arus pada spesifikasi SCC (solar charger controller) dengan menggunakan persamaan (2.4).

$$\text{Capacity Of Charger Control} = \frac{\text{Demand Watt} \times \text{safety Factor}}{\text{System Voltage}} \dots\dots\dots 2.4$$

Ket :

Demand Watt = Permintaan daya / daya output (W)

Safety Factor = Faktor keamanan

System Voltage = Tegangan pada sistem (V)

2.10 Inverter

Alat elektronika yang sering di gunakan dan berfungsi sebagai pengubah dari tegangan DC (*Dirrect Current*) ke tegangan AC (*Alternating Current*) dan mengunka frekuensi tertentu untuk Inverter sendiri kesebalikan dari converter

”Adaptor” jika adaptor mengubah tegangan AC (*Alternating Current*) menjadikan tegangan DC (*Dirrect Current*). Dalam pemasangan PLTS sendiri pun harus diperhatikan dalam pemilihan inverter, adanya yang khusus off-grid, on-grid maupun hybrid. Pembagian inverter sendiri menurut fasanya ada dua yaitu inverter 1 fasa (L-N) dan 3 fasa (R-S-T). Sedangkan berdasarkan pengaturannya ada tiga yaitu :

a. Voltage Fed Inverter (VFI)

Tegangan input inverter ini di atur konstan

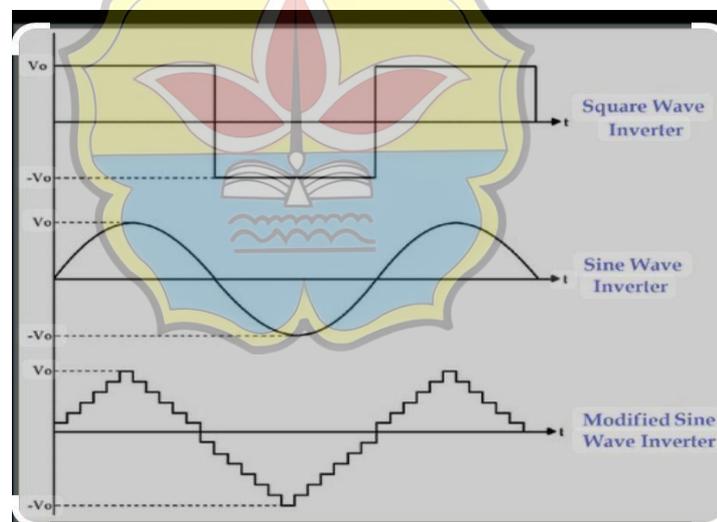
b. Current Fed Inverter (CFI)

Arus input input inverter ini diatur konstan

c. Variable DC linked inverter

Tegangan input di inverter ini dapat diatur sesuai penggunaan

Berdasarkan bentuk gelombang inverter menjadi empat yaitu :



Gambar 2.13 Gelombang keluaran inverter

Sumber (*Sans Power.Com*)

- a. Square sine wave inverter
- b. Modified sine wave inverter
- c. Pure sine wave inverter
- d. Grid tie inverter

Yang harus diperhatikan dalam penerapan inverter antara lain sebagai berikut:

1. Kapasitas daya Inverter

Kerja inverter adalah bekerja dalam kondisi normal, rata-rata menggunakan factor safety untuk pengamanan apa bila terjadi hubung singkat, safety factor untuk inverter adalah sebesar 1,25. Salah satu cara untuk menentukan kapasitas inverter dengan menggunakan persamaan (2.5) yang sudah ada safety factor-nya.

$$\text{Capacity of inverter} = \text{Demad Watt} \times \text{Safety factor} \dots\dots\dots 2.5$$

Ket :

Demad Watt = Permintaan daya / daya output (W)

Safety factor = Faktor keamanan

Capacity of inverter = Kapasitas Inverter

2. Tegangan masukkan inverter
3. Arus masukkan inverter
4. Memiliki kualitas siklus murni
5. Menggunakan sistem komutasi elektronik dengan insulated gate bipolar transistor
6. Memiliki sistem aturan MPPT (Maximum Power Point Tracking)
7. Mampu bekerja dalam suhu 45 °C.

2.11 Baterai

Baterai sering kali di temukan dalam sistem PLTS jika listrik PLN mengalami pemadaman dan baterai pun akan back up energi cadangan yang tersimpan dimana jika apabila panel surya mengalami kekurangan energi yang dapat dari matahari maka baterailah akan menyuplai energi ke inverter sebagai pengganti energi dari panel surya. Baterai digunakan hanya dalam sistem off-grid dan Hybrid dalam sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) sering kali baterai digunakan dalam sistem hybrid maupun off-grid.

1. Baterai TSWB – LYP 1000 AHC

Merupakan baterai lithium besi fosfat (LiFePO₄) berdaya tinggi. Tegangan setiap sel sebesar 3,2 volt kapasitas 1000 AMPERE jam. Thunder Sky Winston Lithium Ion yang berkapasitas tinggi dari 40ah

hingga 10000ah, baterai dapat digunakan secara luas dalam Energy Storage System, EV, UPS, dan lain-lain. Baterai Lithium Ion kami memiliki kinerja luar biasa, stabilitas tinggi, dan masa pakai yang lama.



Gambar 2.14 Baterai Baterai TSWB – LYP 1000 AHC
 Sumber (PT. Makmur Indah Selaras Intenasional)

Untuk menentukan kapasitas baterai, persamaan (2.6) sudah dapat mengetahui kapasitas batrai yang di butuhkan

$$C_b \frac{Ah \times N}{V_s \times D \times \eta} \times EL \dots \dots \dots 2.6$$

- Cb = kapasitas yang di butukan (ah)
- Ah = kapasitas batrai(AH)
- N = Jumla hari otonomi
- EL = Energi yang di bangitkan (KWH)
- Vs = tegangan (v)
- DOD = Depth of Discharge (%)
- η = Efisiensi batrai x efesiensi inverter (%)

2.12 APP (Alat Pengukur Dan Pembatas)

Alat pengukur dan pembatas kWh Exim digunakan karena konsumen memiliki kelebihan daya, kelebihan daya tersebut berasal dari pembangkit pribadi contoh pembangkit tenaga listrik surya. sistem penerapannya pada PLTS hanya dapat di terapkan pada 2 sistem plts yaitu sistem *on-grid* dan *hybrid* [11]. Terlihat Gambar 2.14 merupakan bentuk dari kWh meter exim (*export import*).



Gambar 2.15 APP Kwh Exim
Sumber (noor hajir)

2.13 Penelitian Terdahulu

Dari penelitian terdahulu ada upaya peneliti untuk mencari inspirasi baru mau pun ide terbaru agar penelitian berikutnya dapat mengkaji yang terdahulu dapat mempersiapkan penelitian serta menunjukkan Beberapa penelitian tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu, antara lain:

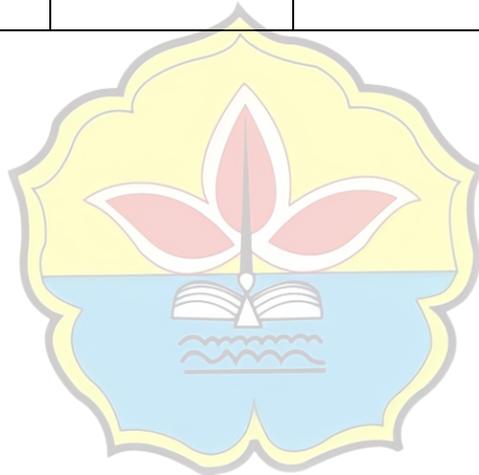
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

Nama, Judul (tahun), Penerbit	Teori Penelitian	Fokus Penelitian	Hasil Penelitian
Noor Hajir, Muhamad Haddin, Agus Suprajitno "Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem hybrid di PT. Koloni Timur" eliktrika, vol.14 no.1 tahun 2022	Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya Sistem hybrid PT. koloni timur	Megembangkan EBT (energi baru terbarukan) yang berupa PLTS Hybrid	Sehinga pembangkit dapat menyumbang 39,3% daya total yang di butuhkan PT. koloni timur (daya listrik dari PLN sebesar 60,7%).

<p>Nuryanto, L. E. (2022). Perancangan Sistem Kontrol Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLN dan PLTS) Kapasitas 800 Wp. <i>Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial</i>, 17(3), 196-205.</p>	<p>Perancangan Sistem Kontrol Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLN dan PLTS) Kapasitas 800</p>	<p>membuat Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Program Green Building pada Gedung Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Semarang adalah salah satu cara pemanfaatan energi terbarukan, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya.</p>	<p>penggabungan dua atau lebih sumber listrik, dalam hal ini PLN dan PLTS. Dalam sistem PLTH untuk mengintegrasikan dua sumber tersebut memerlukan perangkat diantaranya panel surya (4 buah panel 200WP), inverter, baterai 12V 100 Ah, panel kontrol, kabel, PLC dan software SCADA.</p>
<p>I Gede Agus Januar Ariawan, Ida Ayu Dewi Giriantari, I wayan Sukerayasa, "Perancangan PLTS Atap Di genung Graha Sewaka Dharma" <i>Junal SPEKTRUM</i></p>	<p>Perancangan PLTS Atap di Gedung Graha Sewaka Dharma</p>	<p>Untuk menyokong pasokan energi listrik salah satunya pemanfaatan EBT energi terbarukan dengan PLTS hybrid atap</p>	<p>Kapasitas PLTS atap yang terpasang dikedung graha sewaka dharma sebesar 188,8 kWp dengan jumlah komponen sebanyak 472 unit modul surya dan 6 unit inverter</p>
<p>.Ariawan, A. M., & Sinaga, N. (2021). Perencanaan Pembangunan Plts Hybrid Di Pondok Pesantren Al-Anwar 4 Serang, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah. <i>Jurnal Sains dan Teknologi Reaksi</i>, 19(01).</p>	<p>Perencanaan Pembangunan Plts Hybrid Di Pondok Pesantren Al-Anwar 4 Serang, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah</p>	<p>Dalam menyikapi fenomena tingginya emisi karbon di dunia, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah turut berkomitmen untuk meningkatkan rasio pemanfaatan energi baru dan terbarukan (EBT) dengan target sebesar 21,32% pada tahun 2025</p>	<p>Berdasarkan hasil simulasi menggunakan software PV*SOL, PLTS tersebut dapat menghasilkan energi listrik hingga 38,49 kWh per hari atau setara dengan 14.052 kWh per tahun dengan performance ratio sebesar 81,9% sehingga dapat melakukan penghematan biaya listrik hingga Rp12.646.800,-per tahun atau setara dengan Rp 1.053.900,- per bulan.</p>
<p>Syarif, I., & Putri, A. N. (2020). Desain Simulasi Stabilitas Frekuensi Beban Hybrid PLTS Dengan PLTD. <i>PROtek: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro</i>, 7(1), 45-50.</p>	<p>Desain Simulasi Stabilitas Frekuensi Beban Hybrid PLTS Dengan PLTD. <i>PROtek</i></p>	<p>penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Stabilitas Frekuensi Beban Hybrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik dan Diesel</p>	<p>Hasil simulasi menunjukkan Daya yang dihasilkan pembangkit energi surya PV sesuai dengan besarnya intensitas radiasi matahari yang yang diterima oleh modul PV. Dengan demikian</p>

			radiasi matahari 0.88 kW/m ² akan menghasilkan daya sebesar 110,17 Watt.
Hidayanti, D., & Dewangga, G. (2020). Rancang bangun pembangkit hybrid tenaga angin dan surya dengan penggerak otomatis pada panel surya. <i>Eksergi: Jurnal Teknik Energi</i> , 15(3), 93-101.	Rancang bangun pembangkit hybrid tenaga angin dan surya dengan penggerak otomatis pada panel	Tujuan penelitian adalah membuat alat untuk mengetahui efisiensi apabila PLTB dan PLTS digabungkan atau yang biasa disebut Pembangkit Hybrid	Berdasarkan hasil pengujian pembangkit hybrid dengan pemberian kecepatan angin yang semakin besar nilainya maka efisiensi yang didapatkan semakin kecil dan dengan dipasangnya mikrokontroler pada panel surya, panel surya dapat menangkap energi matahari secara optimal.
Maitilah, Ikrima Alfi, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Gedung Asrama Mahasiswa Sa-Ija'an Yogyakarta", 2019	Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Gedung Asrama Mahasiswa Sa-Ija'an Yogyakarta	Untuk mengurangi jumlah penggunaan listrik menggunakan bahan bakar fosil dengan memanfaatkan EBT energi baru terbarukan berupa PLTS hybrid	Biaya yang dibutuhkan untuk membangun sebuah system PLTS hybrid pada gedung asrama Sa-Ija'an Yogyakarta sebesar idr 332,932,000, -, jika dilihat dari nilai ekonominya maka PLTS ini layak dibangun.
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. <i>E-Journal Spektrum</i> , 5(2), 67-73.	Weking, A. I. (2018). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Area Parkir Gedung Dinas Cipta Karya, Dinas Bina Marga Dan Pengairan Kabupaten Badung	Oleh karena itu, pemanfaatan energi non konvensional harus ditingkatkan seperti energi surya. Salah satu penyediaan energi listrik non konvensional yang siap dipergunakan secara masal adalah menggunakan sistem teknologi PLTS Fotovoltaik.	sistem hybrid dengan PLN, bekerja secara otomatis yang akan diatur oleh sistem kontrol inverter. PLTS berkapasitas 148,274 kW mensuplai 30% dari konsumsi energi listrik pada gedung sebesar 2,310 MW
Supriyono, T. (2017). Optimum disain plts hybrid 10 mw dengan turbin gas. In <i>Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI)</i> (Vol. 11, No. 1, pp.	Optimum disain plts hybrid 10 mw dengan turbin gas. In <i>Seminar Nasional Mesin dan Industri</i>	Komponen terbesar dari impor energi adalah minyak bumi (BBM). Penggunaan energi terbarukan (EBT) belum besar, kecuali tenaga air,	Simulasi telah dilakukan dengan mengkaji beberapa konfigurasi kombinasi sebagai berikut: (a) GT 10 MW dan PLTS 10 MWp, (b) GT 10

36-46). Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI XI).		karena biaya produksinya belum kompetitif dibandingkan dengan energi konvensional.	MW dan PLTS 5 MWp, (c) GT 10 MW dan PLTS 1MWp, dan (d) PLTS 10 MW tanpa baterai dan PLTS 10 MWp dengan baterai. Optimasi disain telah dilakukan dengan asumsi OPEX sebesar 6.18 cents/kWh, interest 5%, harga gas 6 USD/mmBTU, dan masa operasi pembangkit 20 tahun. Keywords: PLTS, Turbin Gas, PLTS Hybrid, CAPEX, OPEX, Studi Kelayakan
--	--	--	--



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Evaluasi Penelitian

Objek evaluasi penelitian yang dilakukan kali ini berada pada atap PT. Makmur Indah Selaras Internasional Yang Berlokasi Pondok Meja, Kec Mestong, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi 36361 gambar menunjukkan lokasi PT. Makmur Indah Selaras Internasional Letak Dari PT. Makmur Indah Selaras Internasional di lihat melalui aplikasi maps pada gambar :



Gambar 3.1 Pabrik CPO Mini
Sumber PT. Makmur Indah Selaras Internasional

3.2 Peralatan penelitian

Pada penelitian ini menggunakan peralatan sebagai berikut:

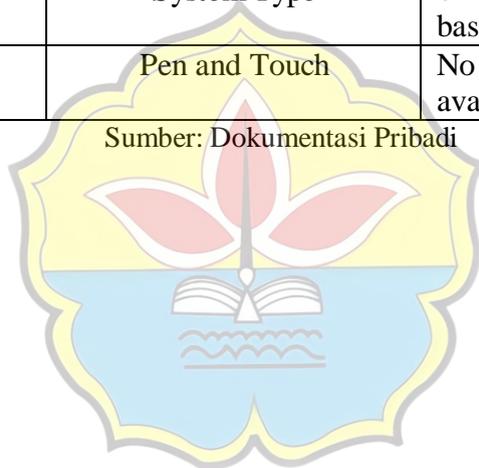
1. Satu unit laptop

Spesifikasi laptop yang di pakai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop

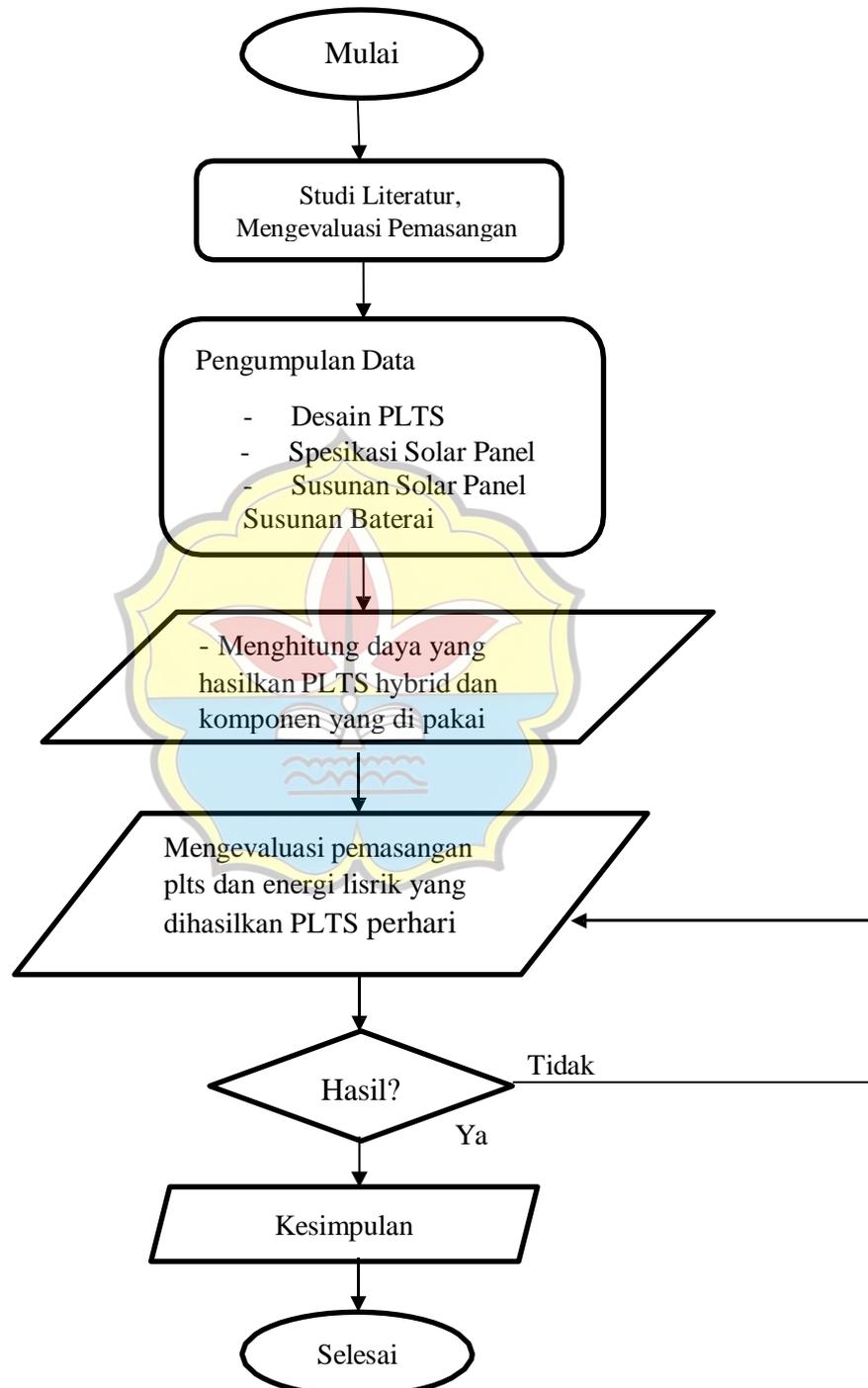
NO	NAMA	SPEKIFIKASI
1	Device	DESKTOP-QFVBGCV
2	Processor	AMD Athlon Silver 3050U with Radeon Graphics 2.30 GHz
3	Installed RAM	4,00 GB (3,42 GB usable)
4	Device ID	8C7F4769-77DD-492D-BA36-42C1BA9AD2FA
5	Product ID	00331-10000-00001-AA510
6	System Type	64-bit operating system, x64-based processor
7	Pen and Touch	No pen or touch input is available for this display

Sumber: Dokumentasi Pribadi



3.3 Diagram Alir (*Flowchart*) Penelitian

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



Gambar 3.2 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 3.2 Jenis dan Sumber Data yang Digunakan

No	Jenis	Sumber	.Ket.
1	Gambar Bangunan PLTS Atap PT. Makmur Indah Selaras Internasional	PT. Makmur Indah Selaras Internasional	lampiran
2	Gambar rangkain PLTShybrid pada atap PT Makmur indsh selaras internnasional	Dokumen PT. Makmur Indah Selaras Internasional	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 Intenasinal	Dokumen PT Makmur Indah Selaras Internasional	lampiran
5	Gambar susunan baterai yang di gunakann PLTS HYBRID PT. Makmur Indah Selarsas Internasional	Dokumen PT. Makmur Indah Selaras Internasional	lampiran
6	Energi Listik Yang Hasilkan PLTS Hybrid. PT. Makmur Indah Selarsas Intrrnasional	Dokumen PT. Makmur indah Selaras Imtenasional	lampiran

Sumber: PT. Makmur Indah Selaras Internasional

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

1. Analisa data PLTS HYBRID di bagi menjadi 2 bagian yaitu:

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.

2. Mengevaluasi hasil data

Mengevaluasi pemasangan PLTS HYBRID dan energi yang di hasil kan perhari pada PLTS HYBRID PT. Makmur Indah Selaras Internasional.

3. Hasil

Jika hasil tidak sesuai dengan evaluasi maka akan di lakukan Evaluasi ulang jika hasil evaluasi sudah sesuai maka di lanjut kan dengan penyusunan laporan.

4. Selesai.

3.4 Waktu Penelitian

Untuk waktu pelaksanaanya penelitian kali ini laksanakan pada bulan

November- Juli 2023\2024 mengenai jadwal pada penelitian ini pada berikut :

Tabel 3.3 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2023-2024										
		Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Ju n	Jul	Agu	
1.	Tahap persiapan penelitian											
	a. Penyusunan dan pengajuan judul											
	b. Pengajuan proposal											
2.	Tahap pelaksanaan											
	a. Pengumpulan data											
	b. Perencanaan dan analisa data											
3.	Tahap penyusunan laporan											
4.	Sidang proyek akhir											

Sumber : Dokumentasi

3.5 Desain PLTS Dan Jenis Panel Surya

Desain rangkaian PLTS penelitian kali ini akan di lampirkan dengan total beban pada gedung sebesar 80 kwh adapun jenis panel surya monosocystalline dengan daya 340.0 wp dengan jenis monosocystalline berikut gambar 3.2 dan beserta spesifikasi pada tabel 3.4



Gambar 3.3 Module Panel Surya Cigs 340 Wp
Sumber (PT. Makmur indah selaras internasional)

Dengan spesifikasi sebagai berikut yang di tunjukan pada table 3.4

Tabel 3.4 Spesifikasi Modul Panel Surya 340 Wp Cigs Monocrystalline

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

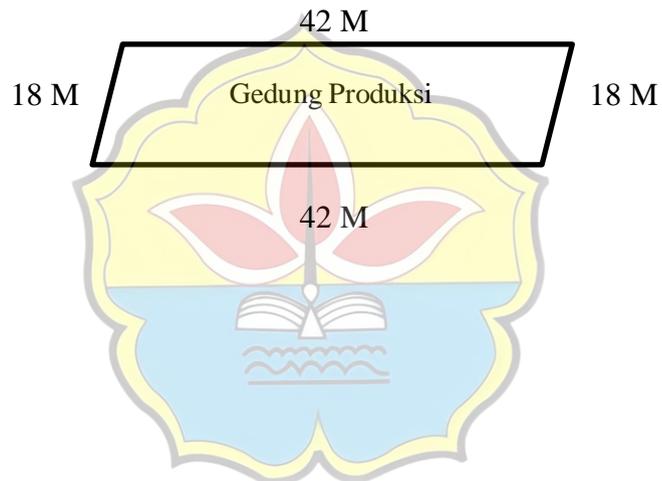
Sumber : PT. Makmur Indah Selaras Internasional

3.6 Total Beban Dan Luas Area

Langka Awal Yaitu Menentukan Beban Total Harian Yang Di Gunakan Pada Gedung Produksi Pada PT Makmur Indah Selaras Internasional.

No.	Beban	Total Daya (W)	Lama Pemakaian (H)	Konsumsi Energi (KWH)
1.	Gedung Produksi	80.000	8	640.000
	Total	80.000		640.000

Sumber : PT. Makmur Indah Selaras Internasional



BAB IV

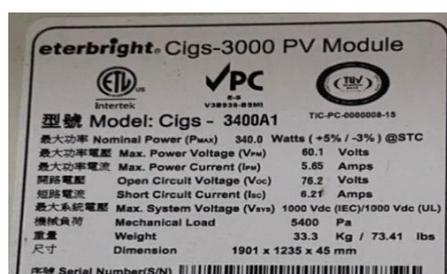
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Area Array Dan Spesikasi Modul

Perlu diketahui 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 4.1 Spesikasi Modul Panel Surya 340 Wp Cigs Monocrystalline

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 4.1 Spesikasi Solar Panel Cigs -340
umber (PT. Makmur Indah Selaras Internasional)

Nilai GAV (*Group Artifact Version*) dalam perancangan PLTS harus mengetahui rata-rata minimum dari nilai Gav efisiensi panel surya yaitu 18,1%, diambil pada tabel 2.1 Nilai Hpv.

Dengan rata rata suhu yang di gunakan pada pemnbangkit 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 dihasilkam pada panel surya mengalami kekurangan daya dari persamaan 2.1

$$\begin{aligned} \text{°C saat naik } P &= P_{mpp} \times \Delta t \times 0,5\% \\ &= 340 \text{ watt} \times 3,52 \times 340 \text{ Watt} \\ &= 5,98 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Adapun daya yan di hasilkan pada panel surya dengan suhu 27,5°C

$$\begin{aligned} P_{MPP} \text{ ketika naik menjadi } t \text{ °C} &= P_{MPP} - \text{ketika naik } t \text{ °C} \\ &= 340 \text{ Watt} - 5,98 \\ &= 334,02 \text{ Watt.} \end{aligned}$$

Maka untuk mengetahui hasil dari Temperature Correction Factor dapat menggunakan persamaan 2.3.

$$TCF = \frac{P_{mpp} \text{ ketika naik menjadi } t \text{ °c}}{P_{mpp}}$$

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

$$TCF = 0,98241.$$

Adapun Nilai EL diambil dari pemakaian jumlah beban yang di hitung perjam pada PT. makmur indah selaras internasional sehingga dapat diperoleh beban selama produksi.

$$EL = P \times t$$

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

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

$$= 80.000 \times 8$$

$$= 640.000 \text{ kwh}$$

Adapun Nilai G_{AV} , η_{PV} , η_{out} maupun TCF disubsitusikan dengan rumus luas array, sehingga dapat diperoleh menggunakan persamaan 2.4.

$$PV \text{ area} = \frac{EL}{G_{AV} \times \eta_{PV} \times TCF}$$

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

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

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

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

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

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

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

Dengan luas area array 756 m^2 dapat menampung luas array sebesar 753 m^2 dan beban pada gedung sebesar 80.000 kwh

4.2 Perhitungan hasil daya yang bangkitkan pada PLTS

Dari hasil perhitungan luas area array 753 m^2 digunakan untuk menghitung daya yang dibangkitkan ataupun dihasilkan oleh PLTS (watt puncak). Radiasi matahari puncak (PSI) adalah $1000 \text{ W} / \text{m}^2$, luas area array adalah 756 m^2 dan nilai efisiensi (η_{pv}) modul sel surya adalah $18,1\%$, maka:

$$P \text{ Watt Peak} = \text{Area Array} \times \text{PSI} \times \eta_{PV}$$

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

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

Maksimum 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:

$$\text{Jumlah Modul Surya} = \frac{P (\text{Watt Peak})}{P_{mpp}}$$

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

$$\text{Jumlah Modul Surya} = 400 \text{ Panel Surya}$$

4.3 Susunan Panel Surya

Salam perancangan ini dapat dilihat modul beserta spesifikasi pada Tabel 4.1 dimana pada PLTS ini menggunakan 400 panel surya. dimana keseluruhan panel surya dibagi menjadi 20 *string* dengan masing-masing *string* akan berisikan 10 Panel surya. Masing masing *string* *back up* 10 panel surya untuk apabila terjadi kekurangan daya, sehingga setiap *string* berjumlah 20 panel surya dan total keseluruhan menjadi 20 panel surya. Sejumlah besar panel akan diatur menjadi serangkaian panel surya atau array dengan tegangan sistem sebesar 380-600 Volt Oleh karena itu, 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:

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

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

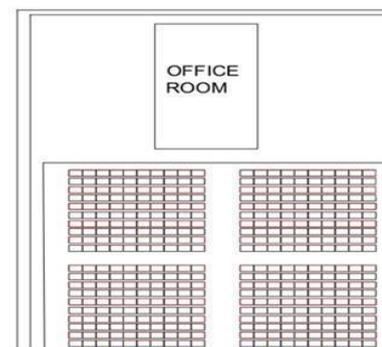
$$I_{pm \text{ Array}} = 11,3 \text{ Ampere}$$

Maka P_{MPP} dapat dicari sebagai berikut:

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

$$= 601V \times 11,3 A$$

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



Gambar.4.2 Susunan Panel Surya
 Sumber (PT. Makmur Indah Selaras Internasional)

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 jumla daya yang di bangkitkan PLTS mengalami penyusutan maka daya yang di bangkitkan PLTS 135.826 watt peak.

4.4 Spesifikasi Solar Charger Controller (MPPT)

kapasitas *Solar Charger Controller (MPPT)* yang gunakan pada PT. Makkmur Indah Selaras Internasional cukup memberikan keluaran daya yang maksimum dari panel surya dan pengonrol utama charging batrai dengan mengontrol arus tegangan yang di hasilkan panel surya yang dengan kapasitas 10 kW dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 4.2 Spesifikasi Solar Charger Controller (MPPT)

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

Sumber: PT. Makkmur Indah Selaras Internasional



Gambar 4.3 Solar Charger Controller jenis MPPT (maximum powerpoin tracking)

Sumber (PT. Makkmur Indah Selaras Internasional)

Kapasitas MPPT yang di gunakan sebesar 10 kW, maka jumlah MPPT yang dibutuhkan dalam sistem pemasangan ini sebanyak 12 MPPT. Dengan diketahui hasil dari perhitungan kapasitas *Solar charger controller* maka kapasitas sebesar 10 kw untuk SCC (*Solar charger controller*) dimana pada alat ini di gunakan untuk mengontrol panel surya dan batrai

4.5 Jumlah Baterai dan Rangkaian

Baterai sangat di perlukan dalam sistem PLTS hybrid di karnakan apa bila modul dari panel surya mengalami kekurangan energi maka akan di beck up oleh PLN dan apabila PLN mengalami pemadaman maka baterai akan mensuplai energi tergantung yang tersimpan pada batrai dengan perkiraan 2 sampai 4 hari apabila Energi yang akandi bangkitkan di siang hari dengan rata-rata pengeluaran 80 kWh dengan sistem tegangan sebesar 380volt dengan DOD baterai sebesar 80% dan efesiensi baterai 95% maka kapasitas baterai yang akan terpasang pada

$$N = 2, V_s = \text{Volt}, EL = 80\text{kwh}, DOD = 0,8, \text{Efisiensi Baterai} = 0,95$$

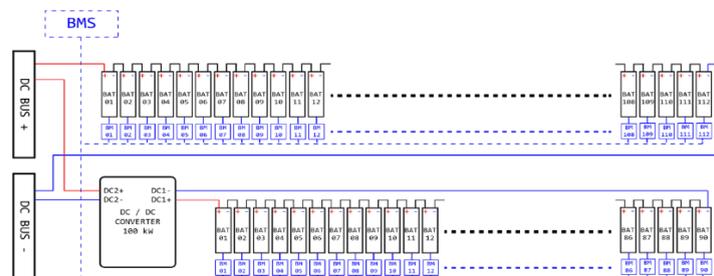
$$C_b = \frac{w \times AD}{DOD} \times 1000$$

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

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

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

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



Gambar 4.4 Susunan Rangkaian Baterai
Sumber (PT.Makmur Indah Selaras Internasional)

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

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

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

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

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

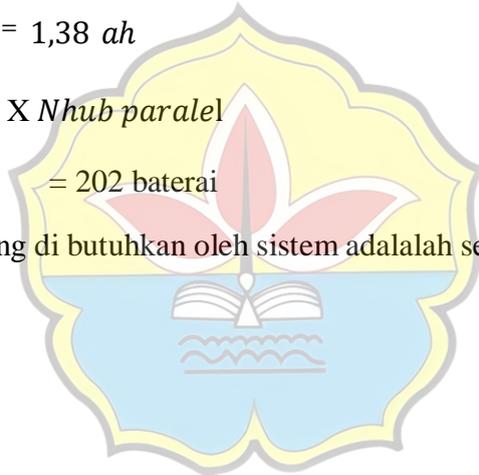
$$N_{hub\ paralel} = \frac{138,42ah}{100ah}$$

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

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

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

Jadi jumlah yang dibutuhkan oleh sistem adalah sebanyak 202 baterai.



4.6 Energi Listrik Yang Dihasilkan PLTS Saat Pengujian

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

Tabel 4.3 Energi Listrik Yang 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	-	2,50	2,50	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	30.1 / 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

Sumber : PT. Makmur Indah Selaras Internasional

Tabel 4.4 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	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	296/82.1	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	-	2,50	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	302/74.6	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

Sumber : PT. Makmur Indah Selaras Internasional

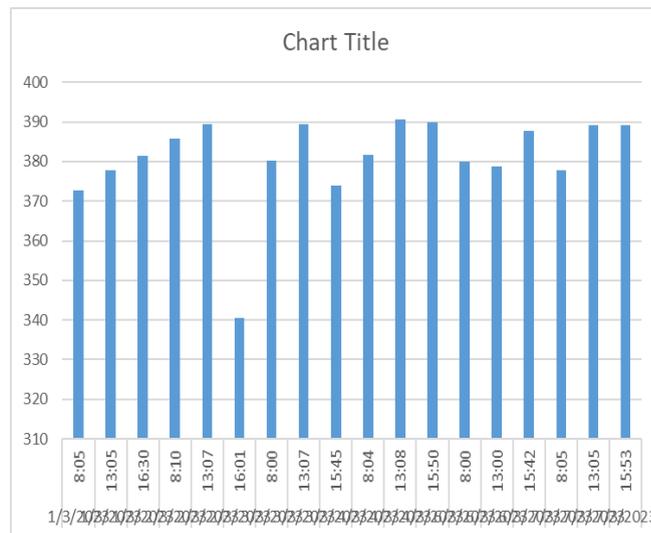
Tabel 4.5 Energi listrik yang di hasilkan PLTS saat pengujian

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

Sumber : PT. Makmur Indah Selaras Internasional

Pada tabel tabel diatas kita dapat 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:

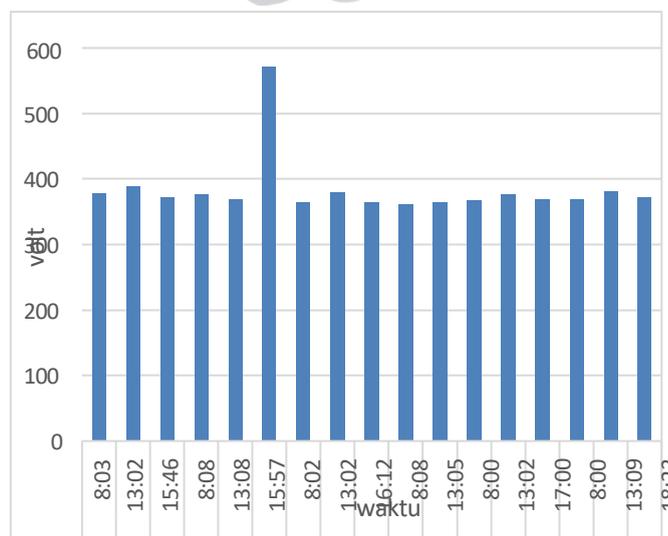
Grafik Pengujian Pertama Tanggal 1-7 Maret 2023



Gambar 4.5 Grafik Energi PLTS Pengujian Minggu Pertama
 Sumber (PT. Makmur Inda Selaras Internasional)

Pada gambar grafik di atas di ambil pada data yang di dihasilkan PLTS pada saat pengujian pertama tanggal 1 samapai 7 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 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 4.6 Grafik Energi PLTS Engujian Minggu Kedua
 Sumber (PT. Makmur Indah Selaras Internasional)

Pada gambar grafik di atas diambil pada data yang di hasilkan PLTS pada saat pengujian minggu kedua tanggal 13 samapai18 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 di hasil kan pada siang hari hampir sama saat pengujian saat minggu pertama dan pada tanggal 14 -03-2023 naik sampai 500 volt di karnakan mendapatkan supply dari listrik PLN



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Adapun rumusan permasalahan yang ada di PT. Makmur Indah Selaras Internasional adalah penanganan konsumsi listrik dan penambahan Energi listrik dengan pemanfaatan penggunaan (EBT) Energi baru terbarukan yaitu Penyediaan berupa PLTS dengan menggunakan sistem *hybrid*. Dimana 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 ouput MPPT 380VDC sebesar, adapun kapasitas yang di gunakan pada baterai sebesar 1000 Ah dengan rangkain 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 di mana rata rata energi yang di hasilkan pada siang hari 379 -389 volt.

5.2 SARAN

Diharapkan penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sistem hybrid ini dapat menjadi pedoman awal bagi perusahaan, perkantoran maupun dunia industri yang banyak menggunakan energi listrik karena bisa menghemat lahan, dan bagian terpenting yaitu penggunaan dari PLTS untuk masa depan karena energi baru dan terbarukan sangat dibutuhkan oleh bumi serta energi ini sangat cocok digunakan di negara tropis seperti indonesia.

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 gunung 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 (SNMIXI).*



LAMPIRAN

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	280 / 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	296 / 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	284 / 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

NO	TANGGAL	JAM	SYSTEM						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 (PIN 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	296 / 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	-	2,50	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	302 / 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

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

