

PROYEK AKHIR
SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID
PLN PLTS PADA GEDUNG A UNBARI JAMBI(MENGGUNAKAN
SOFTWARE SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM) 2021.12.2)



DIBUAT UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN KURIKULUM PROGRAM STUDI
TEKNIK LISTRIK PROGRAM DIPLOMA TIGA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
BATANGHARI JAMBI

Di Susun Oleh;
AGUS SUPRIANTO
2100820403009

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI

2024

PROYEK AKHIR
SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID
PLN PLTS PADA GEDUNG A UNBARI JAMBI(MENGGUNAKAN
SOFTWARE SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM) 2021.12.2)



DIBUAT UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN KURIKULUM PROGRAM STUDI
TEKNIK LISTRIK PROGRAM DIPLOMA TIGA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
BATANGHARI JAMBI

Di Susun Oleh;
AGUS SUPRIANTO
2100820403009

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

PROYEK AKHIR

**SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
SISTEM HYBRID PLN PLTS PADA GEDUNG A UNBARI
JAMBI (MENGUNAKAN SOFTWARE SYSTEM ADVISOR
MODEL (SAM) 2021.12.2)**



Dengan ini pembimbing sidang akhir proyek akhir program studi teknik listrik Universitas Batanghari menyatakan proyek akhir dengan judul dan penyusunan sebagaimana diatas telah disetujui sesuai prosedur, ketentuan dan kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam sidang akhir program studi teknik listrik fakultas teknik Universitas Batanghari.

Jambi,.....2024

Dosen Pembimbing I



Hj. Venny Yusiana, ST, M.Kom

Dosen Pembimbing II



Eko Suprpto, S.Kom, M.SI

HALAMAN PENGESAHAN

SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID PLN PLTS PADA GEDUNG A UNBARI JAMBI (MENGUNAKAN SOFTWARE SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM) 2021.12.2)

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di hadapan panitia penguji ujian proyek akhir dan komprehensif dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Listrik fakultas teknik Universitas Batanghari.

Nama : Agus Suprianto
NPM : 2100820403009
Hari/Tanggal Ujian : Sabtu 31 Agustus 2024
Jam : 09:00 s/d selesai
Tempat : Ruangan Fakultas Teknik FT09



Jabatan Nama

1. Ketua : H. NJ Thaurin, ST, M. Eng
2. Sekretaris : Eko Suprpto, S. Kom, M. SI
3. Penguji I : Ir. Rozlinda dewi, M. SI
4. Penguji II : Ir. S. Umar Djufri, MT
5. Penguji III : Hj. Venny Yusiana, ST, M. Kom

Tanda Tangan

Disahkan Oleh:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Listrik

Dr. Ir. H. Falchrul Rozi Yamali, ME

Ir. S. Umar Djufri, MT

ABSTRAK

SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID PLN PLTS PADA GEDUNG A UNBARI JAMBI (MENGUNAKAN SOFTWARE SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM) 2021.12.2)

Oleh : Agus Suprianto

Nim : 2100820403009

Panel surya dapat dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Kajian ini dibuat sebagai perbandingan antara biaya yang dikeluarkan Universitas Batanghari saat menggunakan sumber listrik dari PLN dibandingkan menggunakan sumber listrik dari PLTS yang direncanakan, agar dapat mengetahui jumlah biaya investasi yang lebih efisien dalam jangka waktu perbulan bahkan pertahun. Perancangan perhitungan daya listrik menggunakan SAM, pada gedung A UNBARI. Objek ini dipilih karena memakai berbagai beban listrik yang digunakan sepanjang hari. Data beban dan total daya serta biaya energi listrik pada gedung ini akan dipakai sebagai pembanding untuk biaya yang dikeluarkan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) yang direncanakan. Simulasi PLTS dengan software with SAM menunjukkan bahwa hampir bisa memenuhi kebutuhan di Gedung A Universitas Batanghari dan waktu pengembalian modal tidak melebihi umur ekonomis dari suatu pembangkit yaitu 25 Tahun. Berdasarkan hasil kajian tersebut proyek system hybrid PLN PLTS pada gedung A Universitas Batanghari dapat direalisasikan karena memenuhi kriteria kelayakan. Dengan data dari hasil perhitungan software with SAM, yaitu pay back period selama 16 tahun 4 bulan, dibandingkan dengan estimasi rata-rata umur pemakaian panel surya yang mencapai 25 tahun, maka kajian pembangkit listrik tenaga surya sisem hybrid PLN PLTS akan menghasilkan income yang baik untuk masa yang akan datang.

Kata Kunci : PLTS, Hybrid, SAM

ABSTRACT

SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID PLN PLTS PADA GEDUNG A UNBARI JAMBI (MENGGUNAKAN SOFTWARE SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM) 2021.12.2)

By : Agus Suprianto

Nim : 2100820403009

Solar panels can be developed to meet the needs of electrical energy. This study was made as a comparison between the costs incurred by Batanghari University when using electricity sources from PLN compared to using electricity sources from solar power plants that are planned, in order to find out the amount of investment costs that are more efficient in a period of months or even years. The design of the calculation of electrical power using SAM, in building A UNBARI. This object was chosen because it uses various electrical loads that are used throughout the day. Load data and total power and electrical energy costs in this building will be used as a comparison for the costs incurred by the planned Hybrid Power Plant (PLTH). The simulation of solar power plants with software with SAM shows that it can almost meet the needs in Building A of Batanghari University and the payback time does not exceed the economic life of a plant, which is 25 years. Based on the results of the study, the PLN PLTS hybrid system project in building A of Batanghari University can be reliably because it meets the eligibility criteria. With data from the results of the calculation of software with SAM, namely a pay back period of 16 years and 4 months, compared to the estimated average lifespan of solar panels which reaches 25 years, the study of PLN PLTS hybrid solar power plants will generate good income for the future.

Keywords: Solar Power Plant, Hybrid, SAM

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahiim

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“SIMULASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SISTEM HYBRID PLN PLTS PADA GEDUNG A UNBARI JAMBI MENGGUNAKAN SOFTWARE SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM) 2021.12.2”**

Penulisan tugas akhir ini adalah untuk sebagai salah syarat untuk memperoleh gelas Ahli Madya pada jurusan teknik listrik Universitas Batanghari Jambi.

Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, tidak terlepas dari doa dan dukungan kedua orang tua dan bantuan berbagai pihak, oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME, selaku Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak Ir. S. Umar Djufri, MT selaku Ketua Prodi Teknik Listrik.
3. Hj. Venny Yusiana, ST, M.Kom selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengetahuan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Eko Suprpto, S.Kom. M.SI selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
5. Semua pihak terkait yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan ketulusan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan proyek akhir ini dengan melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Semoga proyek akhir yang telah disusun ini dapat memberikan maafaat dan kebaikan bagi semua pihak yang membaca dan memahami tugas akhir ini dan dapat bernilai ibadah dihadapan Allah SWT. Amin.

Agus Suprianto

DAFTAR ISI

Hal

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumus Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit listrik Tenaga Surya	4
2.1.1 Lapisan Panel Surya	5
2.1.2 Jenis Jenis Sel Surya	6
2.1.3 Array Modul Panel Surya	8
2.1.4 Baterai	10
2.1.5 Inverter	11
2.2 Pembangkit Listrik Sistem Hybrid	11
2.3 Perhitungan Beban Listrik	12
2.4 Net Present Cost (NPC)	13
2.5 Cost of Energi (COE)	14
2.6 Break Event Point (BEP)	14
2.7 Pangkat Lunak PV System With Sam(sistem advisor model)	15
2.8 Penelitian terdahulu	16

BAB III METOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu	20
3.2 Alur Penelitian	21
3.3 Waktu Penelitian	24
3.4 Peralatan Penelitian	24
3.5 Lay Out	25

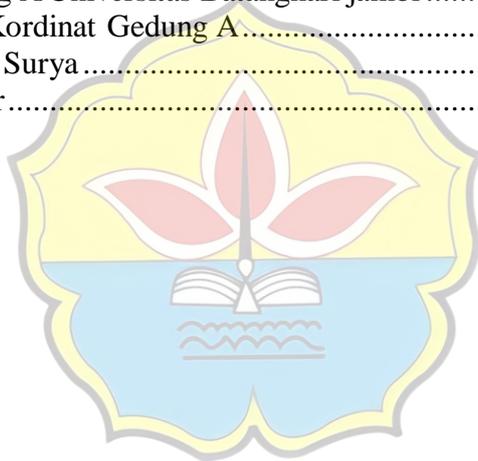
IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian	27
4.2 Luas Gedung	28
4.3 Blok Diagram Sistem PLTS Hybrid.....	29
4.4 Total Beban Dan Biaya Tagihan Listrik	30
4.5 Perhitungan Daya Listrik	30
4.6 Perancangan PLTS.....	31
4.7 Simulasi Produksi Energi PLTS.....	34
4.8 Energi Yang Dapat Disuplai Oleh PLTS	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 kesimpulan	37
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTKA.....	39
LAMPIRAN- LAMPIRAN.....	40



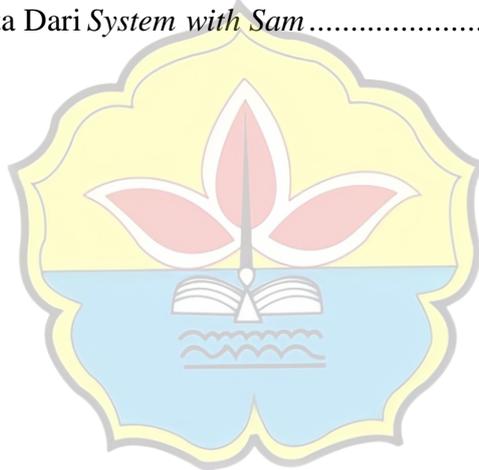
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Modul Photovoltaic	5
Gambar 2.2 Monocrystalline	7
Gambar 2.3 Polycrystalline	7
Gambar 2.4 Thin Sollar Cell	8
Gambar 2.5 Inter koneksi <i>system hybrid</i>	12
Gambar 3.1 Gedung A Kampus Universitas Batanghari	20
Gambar 3.2 Diagram alir proses penelitian.....	21
Gambar 3.3 Rancangan Dudukan Panel Surya.....	25
Gambar 3.4 Skema Rancangan PLTH	26
Gambar 4.1 Lokasi Universitas Batanghari	27
Gambar 4.2 Gedung A Universitas Batanghari jambi	28
Gambar 4.3 Titik Kordinat Gedung A.....	32
Gambar 4.4 Modul Surya	33
Gambar4.5 Inverter.....	33



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemetaan hasil penelitian terdahulu	16
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	24
Tabel 3.2 Spesifikasi Laptop	24
Tabel 4.1 Beban Dan Tagihan Lisrik	29
Tabel 4.2 Beban Pada Gedung A unbari	31
Tabel 4.3 Spesifikasi Modul Surya	32
Tabel 4.4 Spesifikasi Inverter	33
Tabel 4.5 Hasil Data Dari <i>System with Sam</i>	36



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kondisi bumi kian lama kian mengesankan karena tercemarnya lingkungan dari efek rumah kaca (*greenhouse effect*) yang menyebabkan global warning. salah satu cara mengatasi masalah tersebut dengan menghemat bahan bakar serta menggunakan bahan non fosil, yang dapat diperbaharui seperti tenaga air, tenaga angin energi panas bumi, tenaga matahari dan lainnya. Dunia pun sudah mulai merubah tren produksi dan penggunaan bahan bakarnya, dari bahan fosil beralih ke bahan bakar non fosil terutama tenaga surya yang tidak terbatas.

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) atau panel surya/ photo voltaik adalah salah satu pembangkit listrik alternatif sebagai pengganti pembangkit listrik dengan sumber energi fosil. Sehingga PLTS merupakan salah satu sarana untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang ramah lingkungan. Mengingat Indonesia merupakan daerah tropis, maka sangatlah baik jika PLTS perlu dikembangkan. [1]

Panel surya atau *Photo Voltaik* (PV) dapat dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik. Untuk kapasitas energi cahaya yang besar PV harus memiliki area yang luas dan tidak menghalangi cahaya matahari agar dapat mengkonversikan energi panas dengan sempurna.

Pada daerah perkotaan yang tidak memiliki lahan yang luas, PV dapat dikembangkan dengan menempatkan panel di atap rumah, tetapi kapasitas yang dihasilkan tidaklah besar karena banyaknya panel yang biasa

ditempatkan hanya sebatas luas atap rumah tersebut. Salah satu contoh agar kebutuhan daya pada sebuah rumah terpenuhi, dapat dikembangkan dengan cara menggabungkan 2 (dua) jenis pembangkit atau lebih (hybrid).

Dengan perencanaan pembangkit listrik tenaga *hybrid* pada gedung A Universitas Batanghari, dapat dibuat kajian secara ekonomi apakah hybrid perkotaan lebih menguntungkan dari pada murni menggunakan energi listrik dari PLN dan. Kajian ini dibuat sebagai perbandingan antara biaya yang dikeluarkan universitas batang hari jambi saat menggunakan sumber listrik dari PLN dibandingkan dengan menggunakan sumber listrik dari PLTS yang direncanakan , agar dapat mengetahui jumlah biaya investasi yang lebih efisien dalam jangka waktu perbulan atau bahkan pertahun, saat menggunakan kedua sumber tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah yang dapat di tugas akhir ini adalah bagaimana penggunaan sistem panel surya hybrid pada gedung A UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah mengetahui system SAM untuk simulasi penggunaan PLTS Hybrid digedung A kampus Universitas Batanghari

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah menghitung simulasi biaya serta penggunaan daya sistem panel surya hybrid di gedung A Universitas Batanghari Jambi.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat tugas akhir ini memberikan alternative penggunaan sistem daya listrik system hybrid energy listrik menggunakan PLTS pada gedung a Universitas Batanghari.

1.6. Sistematika Penulisan

Agar mempermudah penulisan dan pemahaman mengenai laporan tugas akhir ini, penulis membagi dalam 5 bab penulisan. Adapun bab-bab dalam penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan bab yang berisi latar belakang. Rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II : TINJAUAN PUSTKA

Menjelaskan teori-teori yang berhubungan dengan pembahasan pada tugas akhir ini serta menyajikan berbagai pendapat dan diuraikan teori pendukung yang berkaitan dengan PLTS

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan sistematika penulisan yang memuat uraian langkah kerja yang dilakukan untuk mendapatkan hasil dari penelitian.

BAB IV : PEMBAHASAN

Membahas hasil dari penelitian serta kajian dan analisis maupun perhitungan perhitungan yang diperlukan untuk memperoleh hasil yang diharapkan.

BAB V : KESIMPULAN

Berisi kesimpulan dan saran perbaikan untuk peneliti selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari atau surya dan energi ini diubah menjadi energi listrik dengan memanfaatkan teknologi *photovoltaic* (PV).

PV adalah alat utama yang berfungsi mengubah energi panas dari matahari menjadi energi listrik. Untuk mendapatkan output yang diinginkan, dapat dirangkai beberapa sel PV menjadi susunan sel dan menghasilkan energi listrik arus searah (DC)

Saat ini, penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dihubungkan dengan listrik PLN yang disebut on-grid system sudah banyak digunakan oleh masyarakat, Pemerintah sendiri sudah mencanangkan Gerakan Nasional Sejuta Surya Atap (GNSSA) untuk mendukung pertumbuhan PLTS di Indonesia. Di kota yang sebagian besar ruangnya dipenuhi dengan bangunan-bangunan tinggi, memiliki potensi besar untuk dikembangkan PLTS, juga dapat dilakukan di kawasan perkotaan (urban areas), yaitu pada gedung-gedung perkantoran, mall, hotel, apartemen, atau rumah susun; di kawasan atau kompleks perumahan (residential); di kawasan industri seperti pada pabrik-pabrik; dan di tempat-tempat lainnya seperti taman hiburan (rekreasi), museum, sekolah, universitas, rumah sakit, airport, stasiun, perpustakaan, dan lain sebagainya. [2]

Disamping itu, bentuk PLTS di atap rumah atau gedung tersebut memiliki keunggulan tersendiri apabila dibandingkan

dengan PLTS skala besar, diantaranya lebih mudah dan murah untuk diintegrasikan dengan sistem kelistrikan yang sudah ada dan dapat memanfaatkan lahan yang ada (mengurangi biaya investasi lahan).

2.1.1 Lapisan Panel Surya

Modul panel surya adalah kumpulan sel photovoltaic yang saling terhubung atau saling koneksi secara seri dalam sebuah tempat, Sel-Sel tersebut dilapis agar terhidar dari kontak langsung lingkungan maupun benda-benda mekanik yang dapat merusak sel photovoltaic. Karena sel photovoltaic berupa sel tipis maka sel ini rentan akan terjadi retak maka dari itu perlunya lapisan-lapisan yang membuat sel ini kuat. Kinerja dari sel photovoltaic ini tergantung dari sinaraan radiasi matahari yang di ubah menjadi listrik .

Oleh karena itu banyak lapisan yang terpasang di modul panel surya seperti yang ditunjukkan gambar berikut.



Gambar 2.1. Struktur Modul Photovoltaic

Sumber; *rumahsolarraina.com*

Bagian-bagian dari modul photovoltaic adalah sebagai berikut;

- a. Bingkai atau frame bahan yang berguna untuk menghindari korosi dan terbuat dari aluminium anodized.
- b. Kaca pelindung melindungi sel photovoltaic dari lingkungan sekitar dan sebagai kekokohan sel photovoltaic itu sendiri dan disini kaca pelindung merupakan bahan yang paling proposi tertinggi dari pada yang lain.
- c. Enkapsulasi atau laminasi adalah lapisan dari photovoltaic dan kaca pelindung. Bahan yang digunakan dalam laminasi adalah ethylene-vinyl acetate (EVA). Kegunaan dari laminasi antara lain adalah mencegah kerusakan mekanise sel photovoltaic dan melindungi sel photovoltaic terhadap modul lainnya.
- d. Sel photovoltaic merupakan komponen utama dari modul photovoltaic tersebut.sel photovoltaic terbuat dari bahan semikonduktor yang dapat mengubah energy menjadi listrik dari tangkapan sinar matahari.
- e. Lembar insulasi (backsheet) melindungi modul photovoltaic dan mengisolasi sel-sel dari kelembahan dan cuaca, lebar insulasi terbuat dari bahan plastic.
- f. Kotak penghubung (junction box) sebagai penghubung antara modul photovoltaic ke beban.

2.1.2. Jenis-Jenis Sel Surya

Sel surya sendiri memiliki beberapa jenis sel surya mempengaruhi daya keluaran panel sel surya tersebut serta juga mempengaruhi dari segi harga jual sel tersebut, bahan yang sering digunakan dalam pembuatan sel surya adalah cadimium telluride dan copper indium (gallium) ada juga yang memakai bahan semi konduktor jenis silicon.

Berikut adalah jenis sel surya yang dibagi menurut bahan pembuatannya;

a. Monocrystalline

Panel surya monocrystalline adalah jenis panel surya yang terbuat dari bahan baku Kristal silikon tunggal atau monokristalin, panel surya ini terkenal karena efisiensi konversi energi surya yang tertinggi dan penampilan yang seram dan mempunyai rata rata umur panel surya ini 20 tahun lebih. Sekilas gambar dari modul surya monocrystalline di perlihatkan pada gambar berikut,



Gambar 2.2 Monocrystalline

Sumber; *royalpv.com*

b. Polycrystalline

Panel Surya polycrystalline adalah modul solar cell dengan efisiensi terbaik, jumlah sel surya lebih banyak dibandingkan panel surya pada umumnya, memiliki proses pembuatan memakai czochralski dengan ketebalan 180-130 um, dan berakibat pada efisiensi yang kurang baik yaitu sekitar 12-14% Polycrystalline cenderung berwarna biru seperti yang terlihat di gambar.

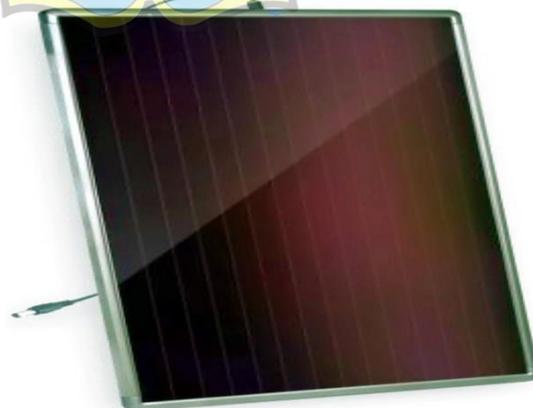


Gambar 2.2 Polycrystalline

Sumber; *Sunterra.id*

c. Thin Film Solar Cell

Thin Film Solar Cell solar panel yang terbuat dari lapisan bahan semikonduktor tipis yang terpasang pada substrat fleksibel panel ini sering kali juga disebut panel surya fleksibel, teknologi ini banyak digunakan dalam aplikasi portable dan aplikasi yang memerlukan bentuk yang tidak biasa.



Gambar 2. 4 Thin Film Solar Cell

Sumber; *atonergi.com*

2.1.3. Array Modul Panel Surya

Pembangkit listrik tenaga surya kita perlu mengetahui luasan rencana akan di bangunnya pembangkit listrik, sebelum menentukan komponen lainnya, yang paling utama menentukan luas supaya mendapatkan penyusunan array yang tepat dan tidak memakan tempat yang berlebihan, maka dengan persamaan luas array modul surya dapat di tentukan.

$$Luas Array = \frac{EL}{G_{av} \times n_{PV} \times n_{out} \times FKT} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

EL = Besaran energy yang akan di bangkitkan (kWh/hari)

G_{av} = Intensitas Radiasi Matahari (kWh/m²/hari)

n_{PV} = Efisiensi panel surya (%)

μ_{out} = Efisiensi keluaran system (%)

FKT = Faktor koreksi temperature (%)

$Luas Array$ = Luas permukaan array surya (m²)

Maka selanjutnya dapat mengetahui besarnya pembangkit yang bisa di bangkitkan dan dapat dihitung dengan:

$$P_{wattpeak} = Luas Array \times PSI \times N_{pv} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

$P_{wattpeak}$ = Daya yang akan dibangkitkan PLTS (W)

$Luas Array$ = Luas permukaan panel surya(m²)

PSI = Peak solar insolation(100)

N_{pv} = Efisiensi panel surya(%)

Daya yang dibangkitkan dapat diketahui dengan persamaan (2.2) dari persamaan tersebut dapat diketahui jumlah panel yang dapat dipasang dengan besarnya, dengan kapasitas tersebut menggunakan persamaan:

$$\text{Jumlah Panel} = \frac{P_{\text{wattpeak}}}{P_{\text{max}}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan,

P_{wattpeak} = daya yang akan dibangkitkan PLTS (W)

P_{max} = Kapsitas daya maksimal panel surya (W)

2.1.4. Baterai

Untuk baterai adalah berfungsi menyimpan energy listrik dari panel surya dihasilkan pada siang hari dan digunakan untuk malam hari atau saat panel surya tidak menghasilkan energy listrik. Baterai akan mengisi/*charge* dan mengosongkan/*discharge* tergantung terik matahari yang akan dihasilkan modul surya.

Untuk menghitung total kapasitas baterai yang digunakan pada penelitian ini kita harus menghitung daya beban yang digunakan, kapasitas baterai merupakan kemampuan dari seberapa lama baterai untuk memberikan aliran listrik ke beban yang di nyatakan dalam satuan Wh (Watt hour) sesuai persamaan (2.4) berikut

$$E_T = \frac{C_b}{DOD} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana;

C_b = kapasitas baterai (Wh)

E_T = Energi total (Wh)

DOD = Deep of Discharge

Jumlah baterai yang digunakan dapat dihitung dengan persamaan (2.5) berikut

$$\text{Jumlah baterai yang digunakan} = \frac{\text{total kapasitas baterai}}{\text{baterai yang digunakan}} \dots\dots\dots (2.5)$$

2.1.5. Inverter

Inverter adalah alat yang dapat mengkonversi tegangan DC menjadi AC yang berasal dari modul surya. Perbedaan inverter hybrid dan inverter yang lain adalah inverter hybrid ini dapat secara mandiri karena terlepas dari tergantungan pada sumber publik.

2.2 Pembangkit Listrik Sistem Hibrid

PLTS Hybrid merupakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang didukung oleh teknologi Hybrid, maksudnya, sistem listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat digabungkan dengan listrik dari PLN. Dengan harapan nantinya sistem tersebut memudahkan pengguna untuk mendapatkan dukungan energi listrik yang optimal sekaligusantisipasi saat terjadi kekurangan daya atau pemadaman.

Listrik yang dihasilkan dari sistem PLTS tipe ini nantinya akan disimpan ke dalam baterai cadangan, seperti yang diterapkan pada PLTS Off-Grid. Bedanya jika di tipe Off-Grid, kekurangan cadangan listrik dari baterai diatasi oleh genset. Sedangkan untuk tipe ini, secara otomatis akan dicadangkan oleh listrik dari PLN.

Berdasarkan dari penjelasan pengertian PLTS On-Grid, Off-Grid dan Hybrid di atas, bisa didapatkan kesimpulan bahwa:

1. PLTS On-Grid dan Hybrid dapat menjadi solusi yang efektif untuk memenuhi kebutuhan energi listrik rumah, pabrik maupun kantor. Terutama untuk bangunan-bangunan yang berada di jangkauan jaringan PLN. Perbedaannya adalah untuk menerapkan sistem On-Grid tidak memerlukan baterai penyimpan cadangan energi listrik. Sedangkan untuk tipe Hybrid dibutuhkan tetap baterai tersebut meskipun ada cadangan dari listrik PLN.
2. PLTS Off-Grid dapat menjadi solusi yang cemerlang untuk mengatasi kebutuhan listrik, khususnya di area yang masih sulit dijangkau oleh listrik PLN karena sistem ini bisa memenuhi kebutuhan energi listrik secara mandiri. Dengan konsekuensi penyediaan baterai penyimpan cadangan yang lebih besar dan genset sebagai antisipasi saat cuaca kurang mendukung.



Gambar 2.5 Inter koneksi *system hybrid*

Sumber; *rumahsolarraina.com*

2.3 Perhitungan Beban Listrik

Langkah awal dalam penelitian system hybrid (PLN-solar) adalah dengan menentukan beban total harian yang digunakan pada gedung A Unbari; Rumus yang digunakan adalah;

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana

P= daya (J/s atau watt)

W= usaha atau enegri listrik (J)

t = waktu (s)

Biasanya kita diperhadapkan pada kasus mencari nilai energy listrik terlebih dahulu

$$W = V \times I \times t = \frac{V^2}{R} = I^2 \times R \times t \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana;

V = Tegangan (V)

I = Kuat Arus (A)

R = Hambatan (Ohm)

T = Waktu

2.4 Net Present Cost (NPC)

Net Present Cost merupakan biaya keseluruhan yang digunakan dalam pembangunan komponen baik pengoperasian suatu proyek. *Net Present Cost* dapat diketahui sebagai berikut;

$$NPC = \text{Capital Cost} + \text{Replacement Cost} + \text{O\&M Cost} + \text{Fuel Cost} - \text{Salvage} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana;

Capital Cost	=	Biaya Komponen (Rp)
Replacement Cost	=	Biaya Pergantian Komponen (Rp)
O&M Cost	=	Biaya Operasional dan Perawatan(Rp)
Fuel Cost	=	Biaya Bahan Bakar (Rp)

2.5 Cost Of Energy (COE)

Cost Of Energy adalah biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan energy listrik per 1 Kw. COE diketahui dengan membagi biaya pertahun dengan energy yang dibangkitkan hybrid. Nilai COE dapat diketahui sebagai berikut;

$$COE = \frac{TAC}{E_{tot.served}} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana;

TAC (Total Annualize Cost)	=	Biaya Total Tahunan Pembangkit Hybrid (Rp)
Etotserved	=	Total Energy Tahunan untuk Beban (kWh)

2.6 Break Event Point (BEP)

Break Event Point merupakan perbandingan harga total komponen dalam proyek dengan jual ke PLN dikalikan dengan produksi dari energy dihasilkan dalam 1 tahun. BEP disebut juga balik modal yang bias dinyatakan dalam pertahunan, bulanan, mingguan atau harian tergantung

hasil hitungan, nilai BEP dapat diketahui dan harga jual energy listrik ke PLN sudah terlampirkan.

$$\text{BEP} = \frac{\text{TOTAL CAPITAL}}{E_{\text{tot.served}} \times \text{Harga jual listrik ke PLN}} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana;

TOTAL CAPITAL = biaya total komponen (Rp)

$E_{\text{tot.served}}$ = total energy tahunan untuk beban(kWh)

Harga jual listrik ke PLN = (Rp)

2.7 Perangkat Lunak PV System with Sam { System advisor model }

Untuk memudahkan komponen perhitungan biaya dan biaya perencanaan pembangkit listrik ini digunakan perangkat lunak *Photovoltaik Systemadvisor* (SAM), perangkat lunak yang dikembangkan oleh Departemen Energi AS (DoE) dan laboratorium energy diperbarukan nasional (NREL), merupakan model kinerja dan keuangan yang dirancang untuk membantu dalam pengambilan keputusan (dengan mempertimbangkan data AS dan kebijakan energy) pada tahap perencanaan proyek.

SAM, membuat prediksi kinerja dan perkiran biaya energy untuk proyek pembangkit listrik yang terhubung ke jaringan, berdasarkan instalasi dan pengoperasian. Serta parameter desain system ditentukan pengguna, AS dan pengguna dapat memilih opsi yang sesuai dan memberikan masukan untuk menjalankan simulasi dan menghasilkan laporan tentang pembangkit, kerugian, dan keuangan.

Untuk mengunduh data dari national solar radiation database AS yang mencakup banyak kota dari seluruh dunia, mengimpor data TMY2, TMY3 dan EPW. Data besar modul dan inverter yang terdaftar oleh

(California Electricity commission) dan sandia national laboratories disertakan dengan perangkat lunak dapat diunduh secara bebas.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah upaya peneliti untuk mencari perubahan dan inspirasi baru untuk penelitian selanjutnya, di samping itu kajian terdahulu membantu penelitian dapat memposisikan penelitian serta menunjukkan orisinalitas dari penelitian.

Tbael 2.1 Pemetaan hasil penelitian terdahulu

JUDUL	PENELITIAN	DESKRIPSI
Perencanaan Dan Studi Kelayakan PLTS <i>Rooftop</i> Pada Gedung Fakultas Teknik UNG.	Rafli, Jumiatilham, Sardi Salim (2021)	System PLTS dengan kapasitas daya terpaang 180kwp yang direncanakan pada gedung c2 fakultas teknik seluas area 963m2 jumlah panel surya kabasitas 480uit dan 4 unit

<p>Analisa perencanaan pembangkit listrik tenaga surya atap dengan system hybrid di pt kolon tmur.</p>	<p>Nor hajir(2021)</p>	<p>Berdasarkan dari permasalahan yang ada salah satu cara penanganan menekan konsumsi energi adalah penggunaan energi baru terbarukan yaitu dengan menerapkan PLTS Atap Hybrid. Hasil dari perhitungan menghasilkan daya PLTS sebesar 32,4 kWp dengan jumlah modul panel surya 80 modul, dan memiliki array sebanyak 5 array setiap array terdiri dari 2 buah modul seri dan 8 buah modul parallel, sedangkan untuk SCC (solar Charger Controler) dan inverter mempunyai kapasitas sebesar 36 ampere dan 12.159 Watt, dan juga kaasitas baterai sebesar 400 Ah dengan susunan seri sebanyak 20 buah dan parallel 4 buah.</p>
<p>PerencanaanPembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Software Homer Di Departemen Teknik Industri Universitas Diponegoro.</p>	<p>Victor Ragidup Tua Manullang, Agung Nugroho, Dan Enda WistaSinuraya (2020).</p>	<p>Hasil optimasi pada software Homer menunjukkan konfigurasi yang paling optimal adalah menggunakan Grid-PV-Inverter. Dan Kisaran keuntungan yang diperoleh selama investasi jangka waku 25 tahun dengan suku bunga 6%</p>

Kajian teknis dan ekonomi penerapan system hybrid PLN pada gedung politeknik Aceh	Rachmad Ikhsan (2019)	Hasil kajian teknis diperoleh yang sesuai untuk penerapan system BAPV pada gedung polikteknik Aceh, yaitu dengan daya yang dapat 80% dari beban maksimum
Perancangan system pembangkit listrik hybrid (PLN-SOLAR CELL) pada gedung fakultas teknik sipil dan perencanaan universitas islam Indonesia menggunakan homer	ApriAnggiPrayogi (2018).	Semua peralatan yang digunakan untuk perancangan sistem hybrid pada gedung FTSP UII telah memenuhi persyaratan yang dibutuhkan sesuai dengan kapasitas berdasarkan perhitungan dan kapasitas terpasang, sehingga diharapkan sistem <i>hybrid</i> tersebut mampu memasok energi listrik ke beban secara kontinu
Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya ongrid 5500 wat di rumah kost akdemi	Yuan perdana (2018)	Area yang digunakn untuk PLTS 550 wat di rumah kost akademi adalah 43m ² peralatanPLTS 5500adalah 28 panel surya inverter dank WH meter yang dioperasikan secar parallel dengan jaringan listrik PLN.

<p>Potensi pemanfaatan atap gedung pusat pemerintahan kabupaten bandung untuk PLTS</p>	<p>I dewa , yaya putra pratama (2018)</p>	<p>Berdasarkan hasil simulasi menggunakan SAM, didapatkan bahwa PLTS yang dipasang di sisi utara atap gedung mampu menghasilkan energilistrik terbesar, yaitu sebesar 1.847.361 kWh/tahun.</p>
<p>Analisa pembangkit listrik tenaga surya menggunakan HOMER didesa lalumpe</p>	<p>Chrity Monica Amelia Pasiowan(2018)</p>	<p>Berdasarkan hasil dan pembahasan dari simulasi HOMER mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Desa Lalumpe, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu Berdasarkan potensi energi matahari dari database NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (POWER) Desa Lalumpe memiliki potensi energi matahari yang layak untuk dikembangkan menjadi sumber energi dari pembangkit listrik. Dengan potensi energi matahari di Desa Lalumpe sebesar 5,69kWh/m²/day.Dari hasil simulasi HOMER konfigurasi sistem PLTS Skenario 1 memiliki total produksi sebesar 129.693 kWh/yr</p>

<p>Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti</p>	<p>S.G.,Ramadhan DanCh.Rangkuti (2016)</p>	<p>Dengan data dari hasil perhitungan ROI tersebut yaitu Pay Back Period selama 8 tahun 5 bulan, dibandingkan dengan estimasi rata-rata umur pemakaian panel surya yang mencapai 25 tahun, maka dapat disimpulkan bahwa pembuatan PLTS dengan menggunakan rancangan ini akan menghasilkan income yang baik untuk masa yang akan datang</p>
<p>Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Hybrid Pada Gedung Asrama Mahasiswa Sa Ljan Yogyakarta</p>	<p>Maitilah,ikrima alfi (2015)</p>	<p>Pembahasan lebih rinci mengenai aspek-aspek lainnya (contohnya aspek pasar, lingkungan, dan lainnya) yang bisa menjadikan rancangan sistem PLTS bisa menjadi sangat layak untuk diimplementasikan.</p>

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini studi literatur yang bersifat perancangan perhitungan daya listrik dengan menggunakan SAM data primer dan sekunder pada gedung A Unbari

3.1 Tempat dan Waktu

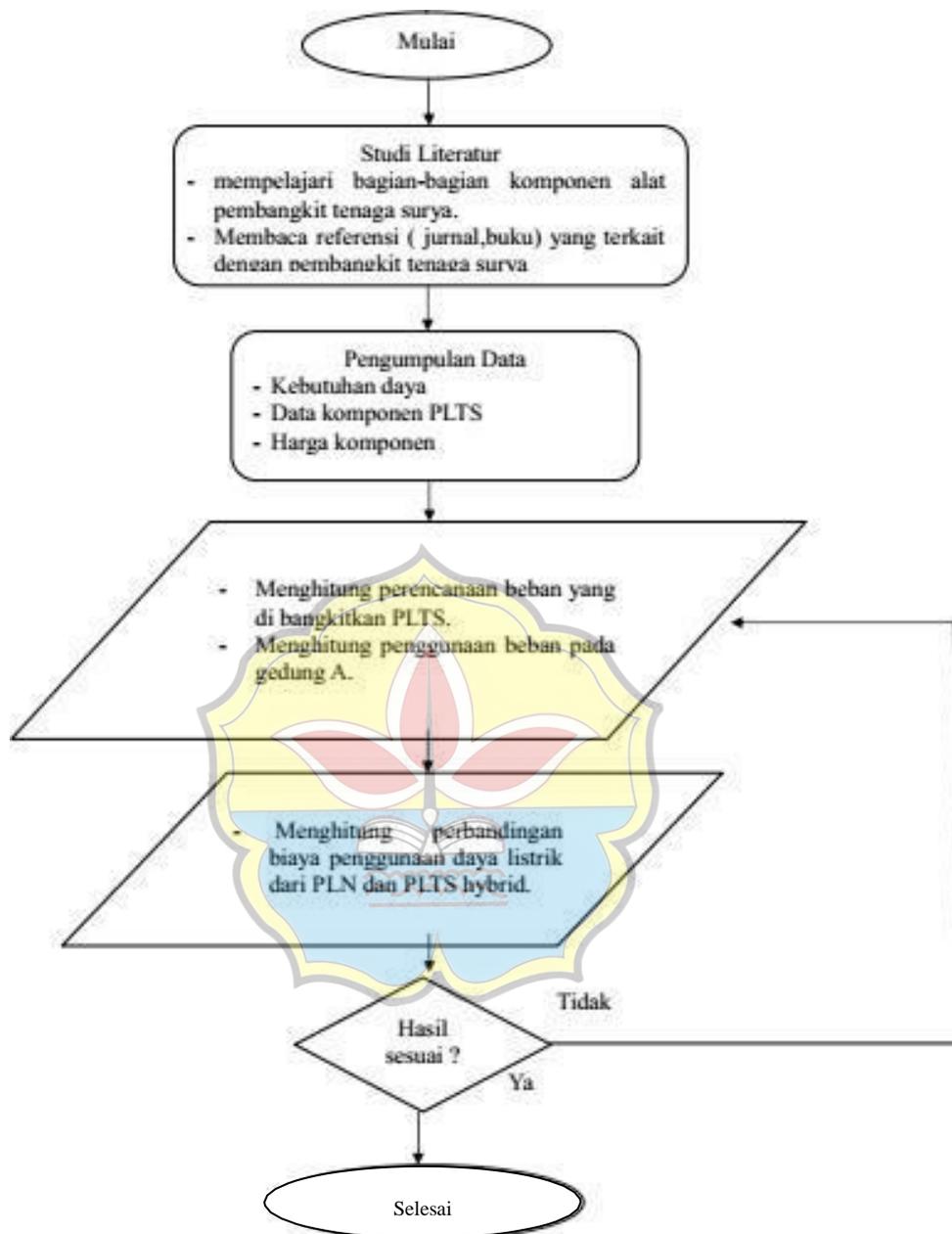
Lokasi pada penelitian ini adalah Gedung A Universitas Batanghari Jambi, objek ini dipilih karena memakai berbagai beban listrik yang digunakan sepanjang hari. Data beban dan total daya serta biaya energi listrik pada gedung ini akan dipakai sebagai pembanding untuk biaya yang dikeluarkan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) yang direncanakan.



Gambar 3.1 : Gedung A Kampus Universitas Batanghari

3.2 Alur Penelitian

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



Gambar 3.2 Diagram alir proses penelitian

Dari data diagram alir dapat dijelaskan

1. Start / Mulai

Merupakan tahap awal untuk mulai melakukan analisis ekonomi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS).

1. 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.

2. Pengumpulan data Data

Data yang diperoleh berasal dari data yang tersedia di kampus Universitas Batanghari pada gedung A,

Data yang diperlukan untuk penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung berdasarkan sumber asli. Data primer pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Jenis dan Sumber Data yang Digunakan

No	Jenis	Sumber
1	Gambar Bangunan Gedung A Universitas Batanghari	Dokumen Universitas Batanghari
2	Biaya tagihan listrik Gedung A Universitas Batanghari	Badan Administrasi dan Keuangan Universitas Batanghari
3	<i>Price List</i> komponen pembuatan PLTS	Berbagai sumber

b. Data Sekunder

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

3. Merencanakan PLT Hybrid

Pada tahap ini dilakukan 3 langkah;

- a. Pada gedung A direncanakan pemasangan PLTS yang nantinya akan dihubungkan dengan PLN sehingga menjadi PLT Hybrid.
- b. Perencanaan menggunakan software PV System with SAM sehingga dapat dihitung kebutuhan bahan dan daya yang dihasilkan dari perencanaan ini.
- c. Mengetahui daya listrik yang terpasang pada gedung A.

4. Penghitungan Biaya

Biaya yang dihitung meliputi:

- a. Biaya PLTS dan biaya operasional tahunan menggunakan software PV System with SAM
- b. Biaya listrik bulanan yang dikeluarkan PLN untuk semua kebutuhan daya pada gedung A Universitas Batanghari
- c. Perhitungan biaya penggunaan PLT Hybrid
- d. Membandingkan biaya penggunaan PLT Hybrid dengan biaya pemakaian listrik PLN

5. Hasil

Jika hasil tidak sesuai dengan perhitungan maka akan dilakukan perhitungan ulang, jika hasil sudah sesuai maka dilanjutkan dengan penyusunan laporan.

6. Selesai

3.3 Waktu Penelitian

Untuk waktu pelaksanaannya, penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil genap 2023/2024. Adapun jadwal pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

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

3.4 Peralatan Peneitian

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut; Satu unit laptop

Spesifikasi Laptop yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Spesifikasi Laptop

No	Status	Spesifikasi
1	Manufacturer	ASUS
2	Model	CELERON
3	Rating	3.9 Windows Experience
4	Processor	Intel(R) Celeron(R) CPU N2840 @ 2.16GHz 2.16GHz
5	Installed memory (RAM)	2.00 GB (18.9 GB usable)

6	System type	64.bit Operating System , x64-based processor
7	Pen and Touch	No Pen or Touch Input is available for this Display
8	Phone number	1-888-678-3688
9	Support number	Mon-fri: 9.00am-6.00pm
10	Website	Online support
11	Product ID	00190-80000-00001-AA484

Sumber ; *data pribadi*

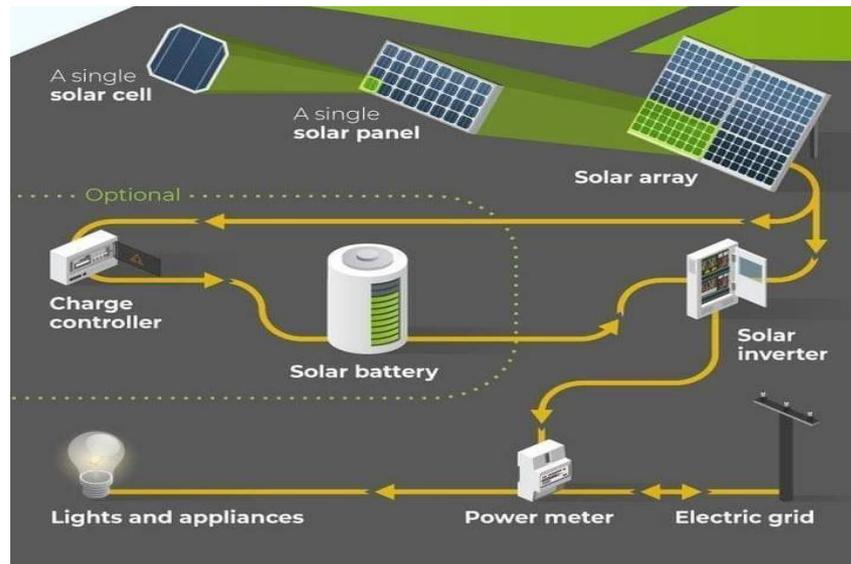
3.5 Lay Out

Pemasangan PLTH pada gedung A direncanakan menggunakan penyangga seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.3 Rancangan Dudukan Panel Surya

Sumber; *sollaria.com*



Gambar 3.4 Skema Rancangan PLTH

Sumber; *sollaria.com*

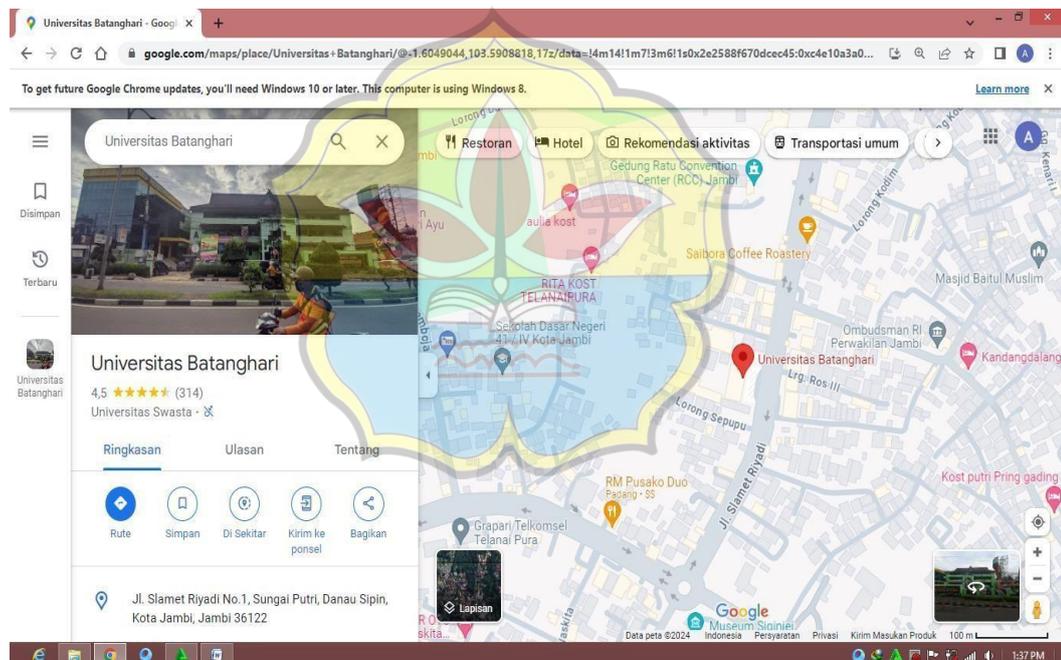


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Sebuah gedung universitas jambi, Gedung ini terletak pada titik kordinat -1.6048240013483193 , 103.5934459649015 dengan titik kordinat ini kita mencari data yang kita perlukan dengan menggunakan software with sam.



Gambar 4.1 niversitas Batanghari

Sumber; Google Maps



Gambar 4.2 Gedung A Universitas Batanghari Jambi

4.2 Luas Gedung

Untuk mengetahui potensi dari daya listrik yang mampu dihasilkan atap gedung universitas, Langkah pertama yang dilakukan adalah mencari luas bagian atap gedung yang akan dipasang panel surya. Luas gedung yang bisa dipasang panel surya pada gedung A Universitas Batanghari. Adalah;

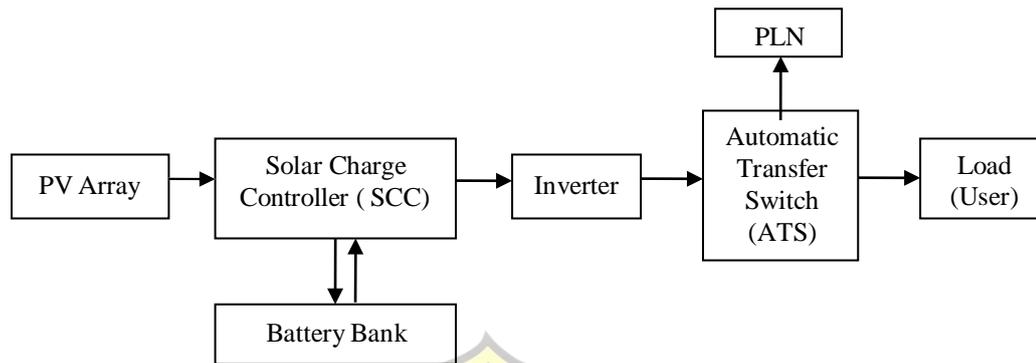
Panjang gedung adalah 22,36 meter sedangkan lebar gedung 10,9 meter maka luas gedung,

$$\begin{aligned} L &= p \times l \\ &= 22,36 \text{ m} \times 10,9 \text{ m} \\ &= 243,724 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan luas gedung lebih kurang panel surya yang bisa dipasang pada gedung A lebih kurang 243,724m².

4.3 Blok Diagram Sistem PLTS Hybrid

Adapun blok diagram PLTS Hybrid pada umumnya;



Dari data diagram blok dapat dijelaskan;

1. PV Array

Gabungan dari sejumlah modul, panel yang masing-masing memiliki struktur yang terpisah namun terhubung secara elektrik dengan kabel.

2. Solar Charge Controller

Peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban.

3. Battery

Untuk menyimpan energy yang dihasilkan oleh modul.

4. Inverter

Mengubah DC yang dihasilkan surya menjadi arus listrik AC.

5. Automatic Transfer Swith

Sebuah rangkaian control sakelar power inverter dengan PLN yang suda full automatic (otomatis).

6. PLN

PLN akan mengkaper battery apa bila yang di dihasilkan oleh modul surya Kurang maksimal.

7. Load (Beban Listrik)

4.4 Total Beban dan Biaya Tagihan listrik

Total beban yang terpasang pada gedung A lebih kurang 37.700Watt sedangkan beban keseluruhan di unbari 147,000 Kw adapun biaya maksum tagihan listrik dalam 1 tahun terakhir adalah Rp 16.263.018

Tabel berikut adalah biaya pemakaian listrik pada gedung A selama satu (1) tahun;

Tabel 4.1 Beban dan Tagihan listrik

NO	IDPEL	TGL BAYAR	DAYA	RPTAG
1	143000066866	20240718	147,000	Rp 14,308,866
2	143000066866	20240620	147,000	Rp 14,012,604
3	143000066866	20240517	147,000	Rp 11,192,229
4	143000066866	20240418	147,000	Rp 13,500,522
5	143000066866	20240318	147,000	Rp 12,401,802
6	143000066866	20240215	147,000	Rp 15,388,947
7	143000066866	20240117	147,000	Rp 14,571,774
8	143000066866	20231218	147,000	Rp 16,263,018
9	143000066866	20231115	147,000	Rp 17,010,540
10	143000066866	20231017	147,000	Rp 15,955,965
11	143000066866	20230918	147,000	Rp 14,794,461
12	143000066866	20230815	147,000	Rp 15,213,348

4.5 Perhitungan Daya Listrik

Sedangkan pada penelitian ini yang dilakukan pada gedung A unbri, beban listrik yang terpakai pada gedung A dibagi menjadi 4 lantai instalasi dengan masing-masing lantai terdiri dari;

Tabel 4.2 Beban pada gedng A unbari jambi

No	Gedung A /Perlantai	Penggunaan Beban/Watt
1	Lantai 1	12.740 Watt
2	Lantai 2	11.840 Watt
3	Lantai 3	7.240 Watt
4	Lantai 4	5.880 Watt
	Total Beban Terpasang	37.700 Watt

Sumber; panel gedung A unbari

Berdasarkan keterangan di atas beban yang terpasang pada gedung A unbari lebih kurang 37.700Watt. Jumlah beban terpasang ini diambil dari pembagian/kapasitas MCB perlantai.

4.6 Perancangan PLTS

4.6.1 Jumlah Modul Surya

Langkah awal perancangan PLTS adalah menentukan jumlah modul surya yang bisa dipasang pada gedung. Setelah mengetahui luas gedung yang direncanakan untuk pemasangan PLTS, selanjutnya adalah menentukan banyaknya modul surya yang dapat dipasang.

Berdasarkan data luas gedung dan data ukuran modul surya diperoleh total modul surya yang bisa dipasang pada atap gedung adalah;

$$\begin{aligned}
 \text{Total modul surya} &= \frac{\text{luas gedung}}{\text{luas modul surya}} \\
 &= \frac{243}{2,49} \\
 &= 97 \text{ Buah}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas maka total modul surya yang akan dipasangan adalah 97 buah.

4.6.2 Modul Surya Dan Inverter

Pengujian rangkaian dengan memasang sebanyak 97 modul dari LONGi Green Energy Technology co Ltd LR5-72HPH-550M, data modul surya dapat dilihat pada table berikut;

Tabel 4.3 Spesifikasi modul surya

Modul Surya	Kapasitas
Nominal Eficiency	22.30%
maximum power(pmp)	555.299wdc
max power voltage Vmp	42.1Vdc
max power curent Imp	13.2Adc
open circuit voltage	50.0Vdc
short circuit current	14.0Adc
modul unit mass	11.092kg/m ²
modul width	1m
modul length	2.49m

Modul surya yang digunakan adalah LONGi Green Energy Technology co Ltd LR5-72HPH-550M, memiliki efisiensi nominal 22.30% dengan daya maksimum 555.299 Wdc, tegangan daya maksimal 42,1 Vdc, arus daya maksimal 13.2 Adc, tegangan rangkaian terbuka 50,0 Vdc ,dan arus hubung singkat 14.0 Adc, modul ini berukuran P:2.49m dan L:1m dengan berat:11.092 kg/m².

Tabel 4.4 Spesifikasi inverter

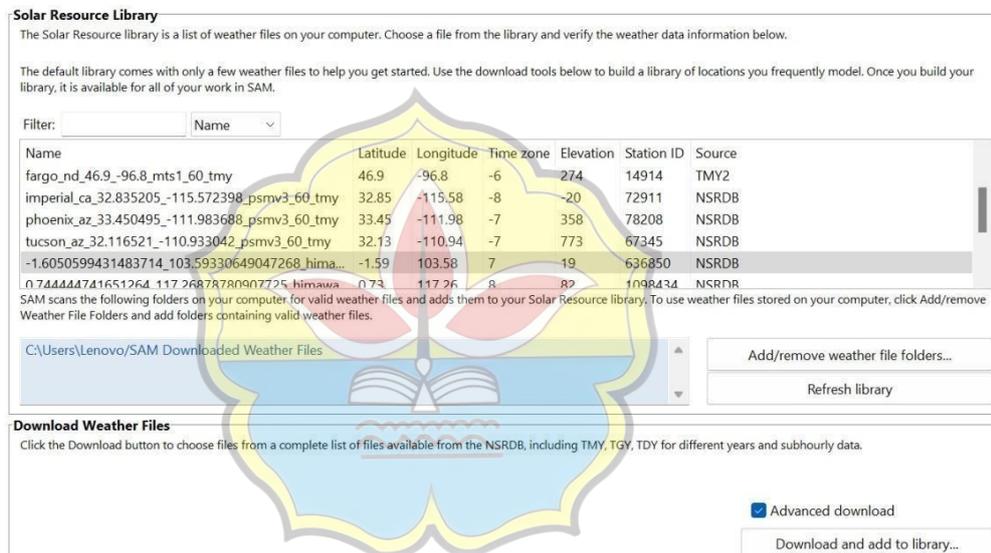
Jenis inverter	Kapasitas
Maximum AC power	3000Wac
Maximum DC power	3142.3Wdc
Power use during operaton	18.1674Wdc
power use at night	0.1Wac
Nominal AC voltage	208Vac
Maximum DC voltage	480Vdc
Maximum dc current	10.1365Adc
minimum MPPT DC voltage	100Vdc
nomnal DC voltage	310Vdc
Maximum MPPT DC voltage	480Vdc

Inverter yang digunakan berjenis ABB; PVI-3.0-OUTD-SUS-Z-A[208V]. jenis ini dipilih karena memiliki ketahanan yang baik serta perawatan yang cukup mudah, inverter jenis ini memiliki Daya AC maksimum 3000Wac, daya maksimum 3142.3Wdc, penggunaan daya selama operasi 18.1674Wdc, tegangan AC nominal 208 Vac, tegangan DC maksimum 480 Vdc, arus DC 10.135Adc, tegangan DC nominal 310 Vdc, tegangan maksimum MPPT DC 480 Vdc. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada table berikut;

4.7 Simulasi Produksi Energy PLTS

Untuk melakukan simulasi produksi energi dari PLTS yang dipasang di atap gedung dengan menggunakan software SAM, tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut;

1. Menginput lokasi pemasangan PLTS yang direncanakan. Lokasi PLTS terletak di kota jambi tepatnya di gedung Universitas Batanghari Jambi, dan titik kordinatnya di -1.6048240013483193, 103.5934459649015.



Solar Resource Library
The Solar Resource library is a list of weather files on your computer. Choose a file from the library and verify the weather data information below.

The default library comes with only a few weather files to help you get started. Use the download tools below to build a library of locations you frequently model. Once you build your library, it is available for all of your work in SAM.

Filter: Name

Name	Latitude	Longitude	Time zone	Elevation	Station ID	Source
fargo_nd_46.9_-96.8_mts1_60_tmy	46.9	-96.8	-6	274	14914	TMY2
imperial_ca_32.835205_-115.572398_psmv3_60_tmy	32.85	-115.58	-8	-20	72911	NSRDB
phoenix_az_33.450495_-111.983688_psmv3_60_tmy	33.45	-111.98	-7	358	78208	NSRDB
tucson_az_32.116521_-110.933042_psmv3_60_tmy	32.13	-110.94	-7	773	67345	NSRDB
-1.6050599431483714_103.59330649047268_hima...	-1.59	103.58	7	19	636850	NSRDB
0.744444741651264_117.26878780907725_himawa...	0.73	117.26	8	82	1098434	NSRDB

SAM scans the following folders on your computer for valid weather files and adds them to your Solar Resource library. To use weather files stored on your computer, click Add/remove Weather File Folders and add folders containing valid weather files.

C:\Users\Lenovo\SAM Downloaded Weather Files

Add/remove weather file folders...
Refresh library

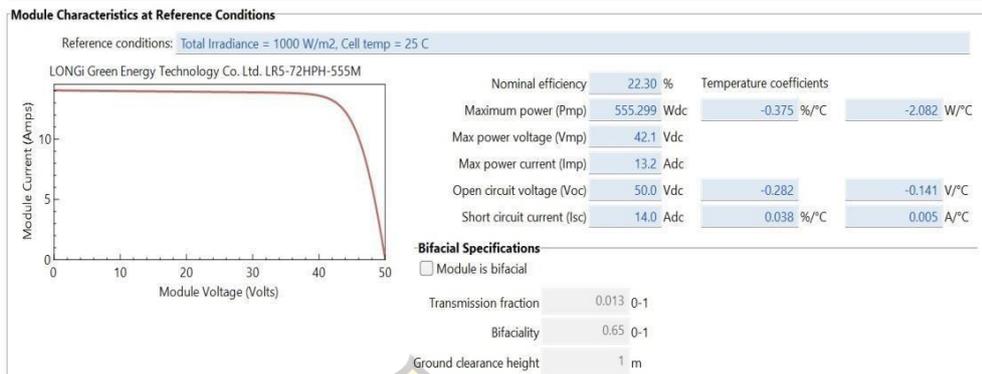
Download Weather Files
Click the Download button to choose files from a complete list of files available from the NSRDB, including TMY, TGY, TDY for different years and subhourly data.

Advanced download
Download and add to library...

Gambar 4.3 Titik kordinat Gedung A

2. Melakukan pemilihan modul surya yang akan digunakan. Seperti pada table 4.1 modul surya yang digunakan adalah LONGi Green Energy Techology co Ltd LR5-72HPH-550M

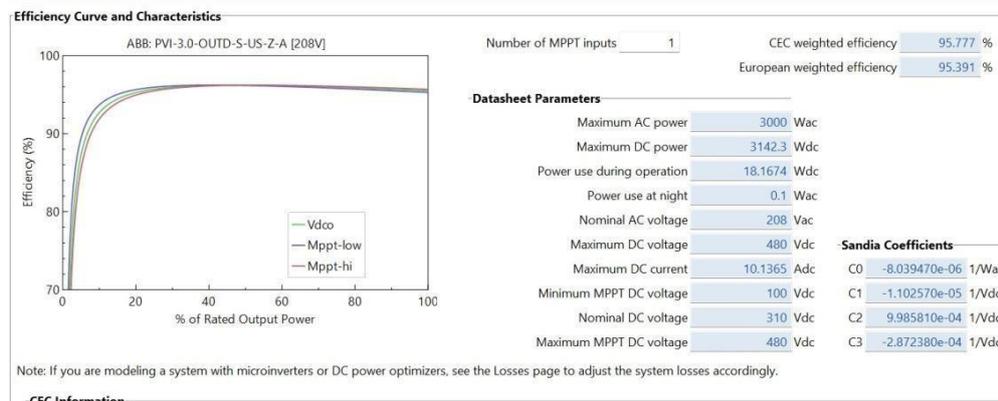
Name	Manufacturer	Technology	Bifacial	STC	PTC	A_c	Length	Width	N_s	I_sc_ref	V_oc_ref	I_mp_ref	V_mp_ref	alpha_sc
LONGi Green Energy Technology Co. Ltd. LR5-...	LONGi Green E...	Mono-c-Si	0	555.299	513.3	2.49			72	14.04	50	13.19	42.1	0.005335
LUMA Resources LRSS	LUMA Resourc...	Multi-c-Si	0	61.004	47.6	0.448	1.321	0.339	16	8.11	9.8	7.55	8.08	0.003276
Lumos GSX260-60M	Lumos	Multi-c-Si	0	260.1	232.9	1.638	1.646	0.995	60	8.8	37.8	8.5	30.6	0.004728
Lumos GSX270-60M	Lumos	Multi-c-Si	0	269.911	247.3	1.627	1.64	0.992	60	9.07	38.45	8.69	31.06	0.003628
Lumos GSX275-60M	Lumos	Multi-c-Si	0	275.039	252	1.627	1.64	0.992	60	9.2	38.77	8.79	31.29	0.00368
Lumos GSX280-60M	Lumos	Multi-c-Si	0	279.986	256.7	1.627	1.64	0.992	60	9.34	39.1	8.88	31.53	0.003736
Lumos LSX280-60M-C	Lumos	Multi-c-Si	0	279.986	256.7	1.627	1.64	0.992	60	9.34	39.1	8.88	31.53	0.003736
Lumos GSX285-60M	Lumos	Multi-c-Si	0	284.887	261.4	1.627	1.64	0.992	60	9.48	39.43	8.97	31.76	0.003792



Gambar 4.4 Modul surya

3. Berikutnya pemilihan inverter dikarenakan memiliki ketahanan yang sangat baik dan perawatan yang mudah, inverter yang akan digunakan ABB; PVI-3.0-OUTD-S-US-Z-A[208V].

Name	Paco	Pdco	Pso	Pnt	Vac	Vdcmax	Vdco	Mppt_high	Mppt_low	C0	C1	C2	C3
ABB: PVI-3.0-OUTD-S-US-Z-A [208V]	3000	3142.3	18.1674	0.1	208	480	310	480	100	-8.03947e-06	-1.10257e-05	0.000998581	-0.000287238
ABB: PVI-3.0-OUTD-S-US-Z-A [240V]	3000	3121.67	16.8813	0.1	240	480	340	480	100	-5.7019e-06	-2.119e-05	0.000583014	-0.000712316
ABB: PVI-3.0-OUTD-S-US-Z-A [277V]	3000	3106.85	22.0466	0.2	277	480	390	480	100	-5.46446e-06	-3.3181e-05	-3.20526e-05	-0.00118014
ABB: PVI-3.0-OUTD-S-US-Z-M-A [208V]	3000	3142.3	18.1674	0.1	208	480	310	480	100	-8.03947e-06	-1.10257e-05	0.000998581	-0.000287238
ABB: PVI-3.0-OUTD-S-US-Z-M-A [240V]	3000	3121.67	16.8813	0.1	240	480	340	480	100	-5.7019e-06	-2.119e-05	0.000583014	-0.000712316



Gambar 4.5 Inverter

4.8 Energi Yang Dapat Disuplai Oleh PLTS

4.8.1 Daya yang dihasilkan PLTS *System with Sam*

Dari data di atas diperoleh daya yang dihasilkan PLTS rancangan Biaya pada gedung A adalah sebesar;

Tabel 4.5 hasil data dari *System with Sam*

No	Metrik	Nilai
1	Energi AC tahunan di Tahun 1	50,406 kWh
2	Faktor kapasitas DC pada Tahun 1	10,9%
3	Hasil energi pada Tahun 1	956 kWh/Kw
4	Rasio kinerja pada Tahun 1	0,54
5	LCOE Meratakan biaya nominal energi	13,75 \$/kWh
6	LCOE Meratakan biaya energi nyata	10,98 \$/kWh
7	Tagihan listrik tanpa sistem (tahun 1)	Rp 24,655,490
8	Tagihan listrik dengan sistem (tahun 1)	Rp 1,954,200
9	Penghematan bersih dengan sistem (tahun 1)	Rp 22,701,890
10	Nilai bersih sekarang	Rp 700,401,565
11	Periode pengembalian sederhana	16,4 Tahun
12	Periode pengembalian yang didiskon	Tidak
13	Biaya modal bersih	Rp 194,833,740

Dari table 4.5 dapat dilihat bahwa, hasil perhitungan menggunakan software with sam berjumlah Rp 194,833,740 sedangkan maksimum tagihan listrik dalam 1 tahun terakhir di gedung A sebesar Rp 16.263.018 , simulasi PLTS dengan software with sam menunjukkan bahwa hampir bisa memenuhi kebutuhan di Gedung A Universitas Batanghari dan juga waktu pengembalian modal juga tidak melebihi umur ekonomis dari suatu pembangkit yaitu 25 Tahun. Berdasarkan hasil kajian tersebut proyek system hybrid PLN PLTS pada gedung A universitas Batanghari dapat direalisasikan karena memenuhi kriteria kelayakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari Penelitian dan perhitungan yang dilakukan beberapa kesimpulan sebagai berikut;

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada gedung A unbari lebih kuang 37.700Watt dengan beban yang diambil dari pembagian/kapasitas MCB yang terpasang.
2. Simulasi perancangan PLTS menggunakan *Software With Sam* dengan jumlah modul 97 buah yang menggunakan kapasitas modul 555.299wdc maka hasil yang di keluarkan SAM lebih kurang 50,406 kWh.
3. Kajian pembangkit listrik tenaga surya sistem PLN PLTS pada gedung A unbari yang di kelurkan oleh SAM lebih kurang Rp 194,833,740
4. Sedangkan maksimum tagihan tagihan listrik dalam 1 tahun terakhir Rp Rp 16.263.018 x 12 bulan lebih kuang Rp195.156.216 dalam 1 tahun terakhir.
5. Dengan data dari hasil perhitungan software with sam tersebut yaitu pay back period selama 16 tahun 4 bulan, dibandingkan dengan estimasi rata-rata umur pemakaian panel surya yang mencapai 25 tahun, maka dapat disimpulkan kajian pemangkit listrik tenaga surya sisem hybrid PLN PLTS akan menghasilkan income yang baik untuk masah yang akan datang.

5.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian ini adalah;

1. Karena beban yang diguakan sedikit maka diharapkan untuk penelitian selanjtunya menggunakan total data beban yang lebih banyak.
2. Diperlukan penelitian ini menggunakan Software yang lainnya agar mendapatkan hasil yang lebih akurat tentang kajian pemangkit listrik tenaga surya sisem hybrid PLN PLTS menggunakan software with sam .
3. Untuk melanjutkan penelitian selanjutnya lebih baik menghitung secara manual agar mendapatkan hasil maksimal.



DAFTAR PUSTAKA

1. Senen, Adri, and Titi Ratnasari. "Studi Interkoneksi Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa 1 x 9, 9 MW di Deli Serdang." *Journal of Applied Agricultural Science and Technology* 3.1 (2019): 41-50.
2. Mariya, J. P. "Perancangan Perancangan Interkoneksi Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWp On-Grid Pada Jaringan Distribusi Cileungsi." *SUTET* 9.2 (2019): 112-124.
3. I. Kholiq, "Pemanfaatan energi alternatif sebagai energi terbarukan untuk mendukung substitusi bbm," *iptek*, vol. 19, no. 2, pp. 75–91, 2015.
4. M. Rif, S. Hp, M. Shidiq, R. Yuwono, and H. Suyono, "Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas," vol. 6, no. 1, pp.44–48,2012.
5. I. M. A. Nugraha, I. A. D. Giriantari, and I. N. S. Kumara, "Studi Dampak Ekonomi dan Sosial PLTS Sebagai Listrik Pedesaan Terhadap Masyarakat Desa Ban Kubu Karangasem," no. November, pp. 14–15, 2013.
6. Apri Anggi Prayogi Berdasarkan analisis ekonominya maka didapatkan nilai NPC sebesar Rp236.319.432,00, *initial capital cost* sebesar Rp 309.287.120,00, *Cost of Energy* sebesar 604,349 Rp/kWh, dan BEP selama 11 tahun 5 bulan. 2018
7. S.G., Ramadhan DanCh.Rangkuti Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya DiAtap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti 2016
8. P.A Sujana INS kumara I.A.D.giriantri pengaruh kebersihan modul surya terhadap kerja PLTS e journal SPEKTRUM. 2015 VOL. 2,NO 3 49-54.
9. Peraturan menteri ESDM no 12 tahun 2017 tentang pemanfaatan sumber energy terbarukan untuk penyediaan tenagalistrik
10. Keputusan menteri ESDM no 1772 tentang besaran biaya pokok penyediaan pembangkit pt perusahaan listrik Negara tahun 2017

LAMPIRAN

NO	IDPEL	TGL BAYAR	DAYA	RPTAG
1	143000066866	20240718	147,000	Rp 14,308,866
2	143000066866	20240620	147,000	Rp 14,012,604
3	143000066866	20240517	147,000	Rp 11,192,229
4	143000066866	20240418	147,000	Rp 13,500,522
5	143000066866	20240318	147,000	Rp 12,401,802
6	143000066866	20240215	147,000	Rp 15,388,947
7	143000066866	20240117	147,000	Rp 14,571,774
8	143000066866	20231218	147,000	Rp 16,263,018
9	143000066866	20231115	147,000	Rp 17,010,540
10	143000066866	20231017	147,000	Rp 15,955,965
11	143000066866	20230918	147,000	Rp 14,794,461
12	143000066866	20230815	147,000	Rp 15,213,348

7/24/24, 11:10 AM

EXCLUSIVE INFORMATION SYSTEM (EIS) PTPLN

EIS TERPUSAT PLN

INFO LAYANAN PIUTANG KONTROL LAPORAN LOGOUT

14 - S23B 14398 - JAMBI 14300 - TELANAI PURA

REKERENING

INFO DATA PLO (INFO TELEKOMUNIKASI)

IDPEL: 143000066866

No	IDPEL	Tgl Bayar	Daya	Rptag
3	143000066866	05-2024	147,000	11,192,229
4	143000066866	04-2024	147,000	13,500,522
5	143000066866	03-2024	147,000	12,401,802
6	143000066866	02-2024	147,000	15,388,947
7	143000066866	01-2024	147,000	14,571,774
8	143000066866	12-2023	147,000	16,263,018
9	143000066866	11-2023	147,000	17,010,540
10	143000066866	10-2023	147,000	15,955,965

Histori Tagihan - 143000066866

Rp tagihan (Rp4 BK)

10.72.35.11/eis/default.aspx

1/1

1/24/24, 11:10 AM
EIS TERPUSAT PLN
INFO LAYANAN PIUTANG KONTROL LAPORAN LOGOUT
14 - 52JB 14JMB - JAMBI 14300 - TELANAI PURA Bln Mulas Juli 2024 Masa berlaku User s.d. 2024-07-31

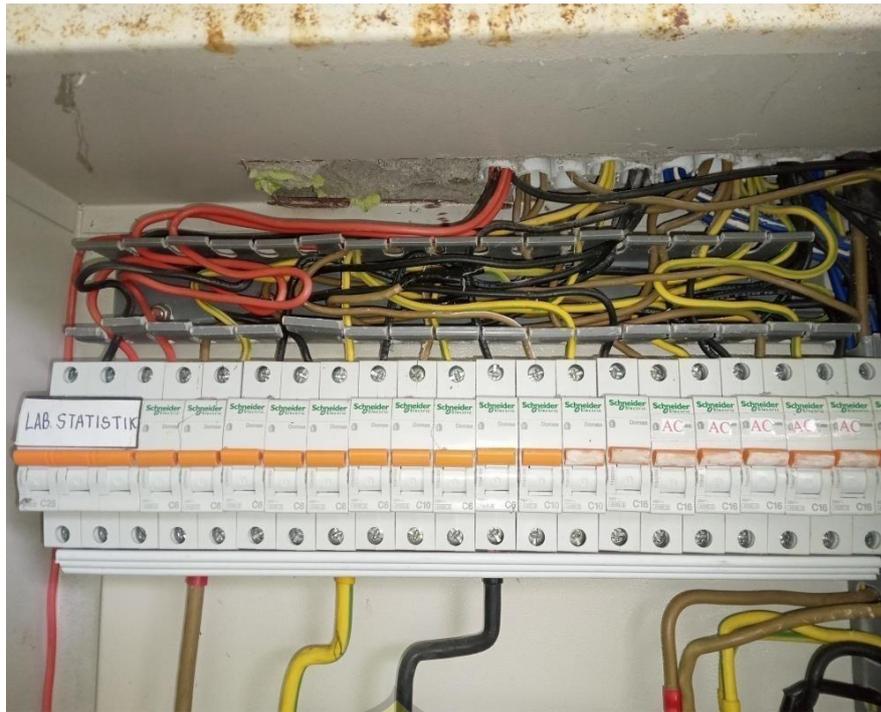
Mon Pemohonan (Dell) Info REKENING
IDPEL: 14300066866 Cari

ID	IDPEL	SINTEK	BELI_REK	TRG	DAYA	OK	PRC	BYI	KUM	BLOKOUT	RPTAG	RBRK	TAKORESI	TELDAYAR	WKTBYR	KZPP	SALAWAR	TRHLEW	SJAWAR	SAMVBR	SLAK
11	14300066866	14300	09-2023	S2	147,000	0	1	N	REK_BARU	22	14,794,461	0		20230918	12:07:32	BANK BNI	37737.08	38038.7	0	0	0
12	14300066866	14300	08-2023	S2	147,000	0	1	N	REK_BARU	22	15,213,348	0		20230815	10:21:44	BANK BNI	37426.92	37737.08	0	0	0
13	14300066866	14300	07-2023	S2	147,000	0	1	N	REK_BARU	22	13,711,437	0		20230713	11:25:32	BANK BNI	37147.38	37426.92	0	0	0
14	14300066866	14300	06-2023	S2	147,000	0	1	N	REK_BARU	22	16,586,748	0		20230615	09:11:36	BANK BNI	36809.22	37147.38	0	0	0
15	14300066866	14300	05-2023	S2	147,000	0	1	N	REK_BARU	22	7,085,763	0		20230516	10:46:57	BANK BNI	36664.76	36809.22	0	0	0
16	14300066866	14300	04-2023	S2	147,000	0	1	N	REK_BARU	22	10,145,502	0		20230413	10:40:46	BANK BNI	36457.93	36664.76	0	0	0
17	14300066866	14300	03-2023	S2	147,000	0	1	N	REK_BARU	22	13,150,305	0		20230315	09:58:49	BANK BNI	36189.84	36457.93	0	0	0

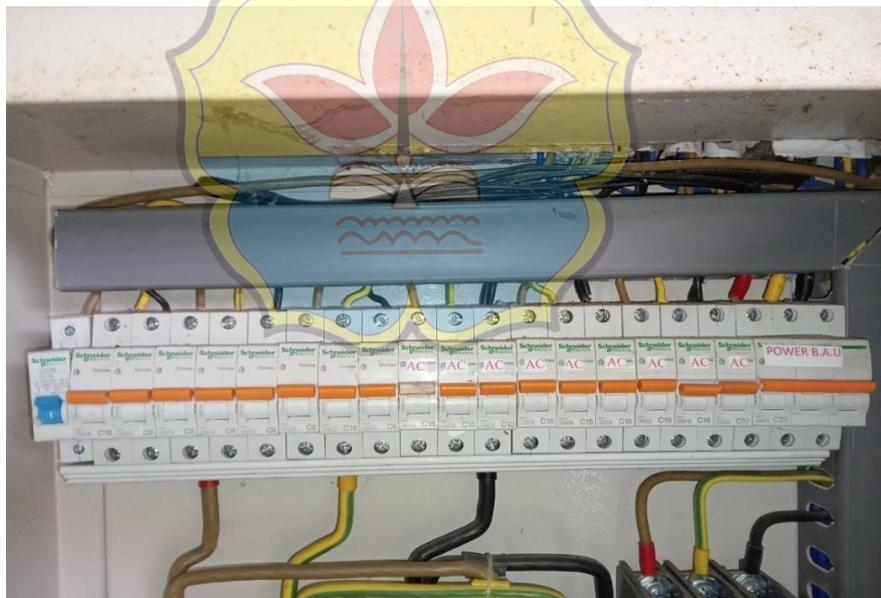
Histori Tagihan - 14300066866
Rp tagihan (tanpa BK)

Date	Amount (Rp)
20230315	36189.84
20230413	36457.93
20230516	36664.76
20230615	36809.22
20230713	37147.38
20230815	37426.92
20230918	37737.08
20231016	38038.7
20231113	38340.3
20231211	38641.9
20240109	38943.5
20240206	39245.1
20240305	39546.7
20240402	39848.3
20240501	40149.9
20240529	40451.5
20240626	40753.1
20240707	41054.7

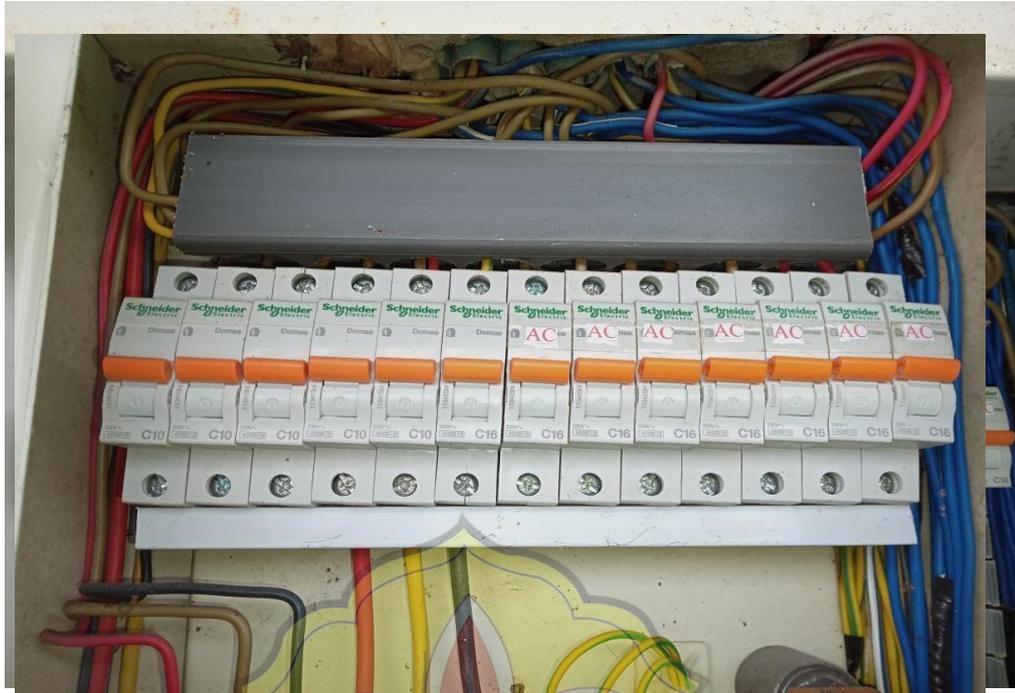
1. Panel Lantai 1 Gedung A



1. Panel Lantai 2 Gedung A



2. Panel Lantai 3 Gedung A



3. Panel Lantai 4 Gedung