

ANALISA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA GEDUNG C
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin
Universitas Islam Riau*



Oleh :

MUHAMAD JUNAIDI

133310611

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

2020

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pertama-tama penulis mengucapkan puji dan syukur pada ALLAH SWT karena atas segala nikmat, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Gedung C Fakultas Tekni Universitas Islam Riau**” dengan lancar tanpa adanya kendala yang berarti. Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Mesin.

Penulis menyadari bahwa selesainya penulisan Tugas akhir ini tidak terlepas oleh dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin berterima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan Tugas akhir ini, khususnya kepada :

1. Kedua Orangtua tercinta ayahanda Sukarmin dan ibunda Amiyati, yang selalu memberikan do'a terbaik untuk anaknya. Sebagai sosok yang paling berpengaruh dalam hidup penulis, dengan keikhlasan dan kesabaran mendidik anak-anaknya, Penulis berdo'a agar setiap tetes keringat dan nafas mereka bernilai ibadah disisi Allah Swt.
2. Bapak Dr.Eng.Mslim.,MT. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

3. Ibu Dr. Mursyidah, M.Sc. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
4. Bapak Ir.Syawaldi,M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
5. Bapak Rafil Arizona, S. T., M.Eng. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
6. Bapak Sehat Abdi Saragih ST.,MT. selaku Dosen Pembimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Bapak/Ibu Dosen dan Staf pengajar yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu namanya yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis dibangku kuliah.
8. Kepada teman-teman seperjuangan angkatan 2013 Program Studi Teknik Mesin Kelas C (Surya Insano, Ari Prasetyo, Muhammad Junaidi, Azlan, Roy, dan lainnya). Terimakasih atas kerjasamanya sepotong episode yang indah telah kita lalui bersama semoga kita selalu diberikan kesehatan serta dipertemukan dipuncak kesuksesan kita.

Penulis sadar bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis membuka diri untuk kritik dan saran dalam penyempurnaannya, demi dapat memberikan manfaat bagi kita semua, terutama bagi dunia keilmuan. Akhir kata dengan segala kerendahan hati, Penulis berharap semoga Allah SWT selalu melimpahkan berkahnya, karunia serta rahmat-Nya dan membalas semua amal baik

dan pengorbanan yang diberikan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan semoga kita semua mendapatkan Syafaat dari Allah SWT, Amin.

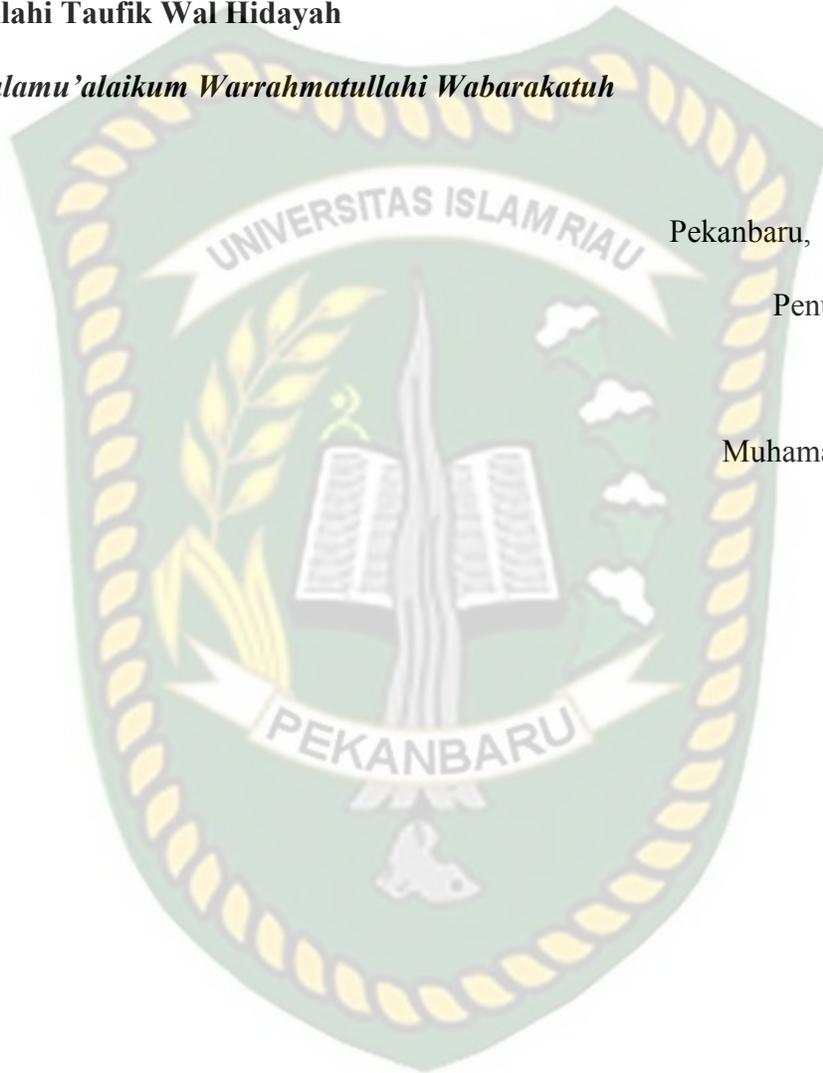
Wabillahi Taufik Wal Hidayah

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Pekanbaru, juli 2020

Penulis

Muhamad Junaidi



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR NOTASI	
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sitematika Penulisan	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Panel surya	5
2.2 sel surya dan Semikonduktor	6
2.3 Proses konversi sel surya	7
2.4 Radiasi Harian Matahari Pada Permukaan Bumi	13
2.5 Pengaruh Sudut Datang Terhadap Radiasi Yang Diterima	14
2.6 Komponen utama PLTS	15
2.6.1 panel surya	15

2.6.2 bateray	18
2.6.3 inverter	19
2.6.4 <i>solar charger controller</i> (SCC)	21
2.7 Perhitungan data kebutuhan beban, kapasitas baterai,kapasitas modul surya	22
2.7.1 data kebutuhan beban	22
2.7.2 perhitungan jumlah panel	22
2.7.3 perhitungan kapasitas modul surya	23
2.7.4 perhitungan kapasitas bateray	23
2.7.5 perhitunngan kapasitas SCC	24
2.8 Perhitungan daya masukan, daya keluarandan efisiensi panel surya	24
2.9 Keuntungan dan kerugian panel surya	27
2.9.1 keuntungan	27
2.9.2 kerugian	28
2.10 Karakteristik Pada Panel Surya	28
2.10.1 tegangan open circuit (Voc)	28
2.10.2 arus short circuit (Isc)	29
2.10.3 efek perubahan intensitas cahaya matahari	30
2.10.4 efek perubahan temperature pada <i>photovoltaic</i> (Tsc)	30
2.10.5 karakteristik tegangan-arus pada photovoltaic (V-I characteristic)	31

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat	33
----------------------------	----

3.2 Diagram alir	33
3.3 Alat dan bahan	34
3.4 Prosedur pelaksanaan penelitian	39
3.5 Prosedur Penelitian.....	40
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisa syteem PLTS terpasang	42
4.2 Perhitungan kapasitas PLTS dan beban total	44
4.3 Perhitungan daya masukan dan daya keluaran panel surya	50
4.4 Perhitungan perkiraan biaya yang dikeluarkan.....	55
BAB V : PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Kebutuhan Beban Per Hari	45
Tabel 4.2 Nilai Arus Dan Tegangan Panel 195 WP.....	51
Tabel 4.3 Nilai Arus Dan Tegangan Panel 200 WP.....	53
Tabel 4.4 Perkiraan Biaya Penambahan Komponen PLTS.	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>solar cell</i>	6
Gambar 2.2 semi konduktor p dan n sebelum disambungkan.....	7
Gambar 2.3 Perpindahan Electron Dan Hole Pada Semikonduktor.....	8
Gambar 2.4 Hasil Muatan Positif Dan Negative Pada Semikonduktor.....	9
Gambar 2.5 Timbulnya Medan Listrik Internal E.....	10
Gambar 2.6 Sambungan Semikonduktor Terkena Cahaya Matahari	11
Gambar 2.7 Sambungan Semikonduktor Ditembus Cahaya Matahari.....	12
Gambar 2.8 Kabel dari semikonduktor dihubungkan kelampu.....	13
Gambar 2.9 Radiasi Sorotan Dan Radiasi Sebaran Yang Mencapai Permukaan Bumi.....	14
Gambar 2.10 Arah Sinar Datang Membentuk Sudut Terhadap Normal Bidang Panel Surya	15
Gambar 2.11 Panel Surya Monokristalin	16
Gambar 2.12 Panel Surya Polikristalin	16
Gambar 2.13 Panel Surya Silicon Amorphous.....	17
Gambar 2.14 Panel Surya Jenis Gallium Arsenide	17
Gambar 2.15 Karakteristik Tegangan Arus dan Kurva Daya	29
Gambar 2.16 Kurva I-V Terhadap Tingkat <i>Irradiance</i> dan Temperatur yang Tetap	30
Gambar 2.17 Kemampuan Sel Surya pada Beberapa Variasi Temperatur .	31
Gambar 2.18 Karakteristik Tegangan-Arus Pada Silikon	32
Gambar 3.1 Tempat Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 3.3 Bateray PLTS	37
Gambar 3.4 panel surya.....	38
Gambar 3.5 Tang Meter	38
Gambar 4.1 <i>wiring</i> diagram PLTS	42

DAFTAR NOTASI

SIMBOL	ARTI	SATUAN
P	Daya	W
V	Gaya gerak listrik	V
I	Kuat arus	A
Ah	Kuat arus per jam	Ah
Er	Energy system	Wh
Vs	Tegangan system baterai	V
Isc	arus SCC	A
Npanel	jumlah panel surya	
Ir	intensitas radiasi matahari	W/m ²
A	Luas area permukaan panel	m ²
η	effisiensi panel	%

**NANALISA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA GEDUNG C
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

Muhamad Junaidi⁽¹⁾, Sehat Abdi Saragih⁽²⁾

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

Jl. Kaharuddin Nasution, Km. 11, No. 133, Perhentian Marpoyan, Pekanbaru.

Telp. (0761) 72126 – 674884. Fax (0761) 674834 Pekanbaru – Riau, 28284

junet7106@gmail.com

ABSTRAK

System pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sangat berkembang pesat seiring berkurangnya cadangan bahan bakar fosil yang diperlukan untuk pembangkit listrik. Untuk memenuhi kebutuhan listrik maka system pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menggunakan panel surya yang dapat dihubungkan ke jaringan (grid). Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan metode pengumpulan dan analisa data untuk mengetahui kesesuaian antara daya total kebutuhan gedung dengan daya yang mampu dihasilkan oleh PLTS. Penelitian dilakukan pada pembangkit listrik tenaga surya pada gedung c fakultas teknik bertujuan untuk mendapat berapa banyak penambahan komponen yang diperlukan oleh PLTS agar mampu memenuhi kebutuhan daya pada gedung, dan menganalisis jumlah energy yang diproduksi oleh pembangkit listrik tenaga surya. Jumlah modul surya yang diteliti sebanyak 56 keping tipe 195WP dan 14 keping tipe 200 WP. Berdasarkan penelitian dan pengukuran yang dilakukan daya total gedung adalah 359802 Wh, dan daya maksimum yang mampu diproduksi PLTS 199909.07 Watt. Jadi didapat kesimpulan perlu dilakukan penambahan panel sebanyak 160 keping, baterai 240, SCC 5 buah.

Kata kunci : pembangkit listrik tenaga surya

**ANALISA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA GEDUNG C
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

Muhamad Junaidi⁽¹⁾, Sehat Abdi Saragih⁽²⁾

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

Jl. Kaharuddin Nasution, Km. 11, No. 133, Perhentian Marpoyan, Pekanbaru.

Telp. (0761) 72126 – 674884. Fax (0761) 674834 Pekanbaru – Riau, 28284

junet7106@gmail.com

ABSTRACT

The solar power generation system (PLTS) is growing rapidly as fossil fuel reserves are needed for electricity generation. To meet electricity needs, the solar power generation system (PLTS) uses solar panels that can be connected to the grid. Therefore, this research uses data collection and analysis methods to determine the suitability between the total power needs of the building and the power that can be produced by PLTS. The research was conducted on the solar power plant in the c building of the engineering faculty aims to get how many additional components needed by PLTS to be able to meet the power needs of the building, and analyze the amount of energy produced by solar power plants. The number of solar modules studied was 56 pieces of type 195WP and 14 pieces of type 200 WP. Based on research and measurements carried out the total power of the building is 359802 Wh, and the maximum power that can be produced PLTS 199909.07 Watt. So the conclusion is needed to add as many as 160 pieces of panels, 240 batteries, 5 pieces of SCC.

Keywords: solar power plants

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

energy photovoltaic atau pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah suatu sistem yang merubah energy cahaya matahari menjadi energy listrik. System pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai pembangkit listrik diarahkan agar dapat dimanfaatkan. Energy panas matahari adalah energy yang dapat dikonversi menjadi energy listrik untuk dapat dimanfaatkan manusia dalam mencukupi kebutuhan energy yang sangat diperlukan pada masa saat sekarang ini. Dapat kita ketahui bahwa Negara Indonesia terletak pada daerah khatulistiwa yang sangat kaya akan pancaran energy matahari. Sehingga kita dapat memanfaatkan kondisi tertentu untuk membangkitkan energy listrik salah satunya melalui *solar cell*.

Gedung C Fakultas Teknik Universitas Islam Riau adalah salah satu gedung yang berdiri dengan posisi strategis, dan merupakan salah satu gedung yang menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Negara (PLN) sebagai sumber energi listrik. Pihak Universitas Islam Riau memasang dua system PLTS pada salah satu gedungnya, dan setiap sistemnya dilengkapi dengan komponen pendukung seperti: panel surya, baterai, SCC, dan inverter. Pembangkit listrik tersebut untuk mencukupi kebutuhan sumber energi listrik setiap harinya pada gedung tersebut, dan merupakan sumber energi di masa depan

yang ramah lingkungan.

Namun dalam prosesnya penggunaan PLTS harus memperhatikan jumlah daya yang akan disuplay dan juga kapasitas komponen yang terpasang harus sesuai. Karena seiring terjadinya kekurangan daya yang disuplay oleh PLTS dan masih hybrid dengan PLN untuk memenuhi kebutuhan gedung tersebut. Sehubungan dengan hal tersebut maka perlunya dilakukan analisa kembali pada PLTS yang sudah terpasang pada gedung, agar kebutuhan listrik pada gedung hanya menggunakan sumber energy listrik dari PLTS yang sudah ada dan tidak lagi hybrid dengan PLN. Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang **“Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada gedung C Fakultas Teknik Universitas Islam Riau”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan diatas maka akan didapat beberapa permasalahan yang akan menjadi pembahasan didalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana cara menentukan kebutuhan energy listrik di gedung c Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
2. Berapakah energy listrik yang dihasilkan oleh PLTS pada kondisi sekarang.

1.3 Tujuan Penelitian

Ada pun tujuan penelitian yaitu:

1. Untuk mendapatkan beban listrik keseluruhan yang terdapat pada gedung
2. Untuk mendapatkan energy listrik total yang dihasilkan oleh PLTS pada kondisi sekarang.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian menjadi terarah dan memberikan kejelasan analisis permasalahan, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Analisa dilakukan pada jaringan *SHS (Solar Home System)* dengan type panel surya 195 WP Sel Panel : Monokristalin 125 mm x 125 mm, Berat : 17 kg, Dimensi : 1580 x 808 x 40 (mm) yang dirangkai secara parallel.
2. Menghitung jumlah beban keseluruhan pada gedung c Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Berisikan penjelasan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan teori dasar yang dipakai untuk melakukan rujukan dan pembahasan permasalahan yang diangkat pada penelitian ini.

BAB III Metodologi Penelitian

Dalam bab ini menjelaskan tentang waktu, tempat, dan urutan tata kerja yang dijalankan selama melakukan penelitian

BAB IV Hasil Dan Pembahasan

Pada bab ini akan dijabarkan seluruh data hasil penelitian seperti: (1) perhitungan kapasitas PLTS, (2) efisiensi beban total PLTS, (3) perhitungan kapasitas modul surya, (4) perhitungan kapasitas inverter

BAB V Penutup

Berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah selesai dikerjakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya

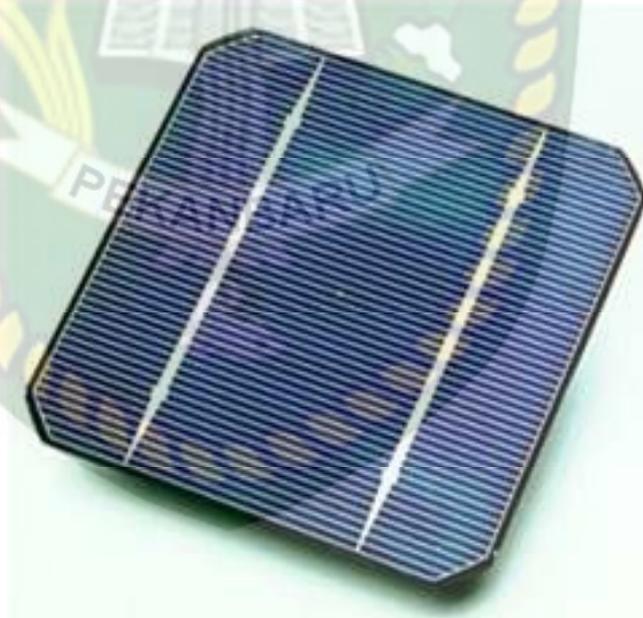
Panel surya adalah perangkat yang terdiri dari sel surya yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Matahari atau matahari atau sol adalah sumber energi paling kuat yang tersedia. Sel surya atau sel surya dapat diartikan sebagai sel surya "petir" yang bergantung pada efek sel surya untuk menyerap energi. Secara umum, sel surya adalah semikonduktor yang dapat menyerap proton dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil yang telah dilapisi dengan bahan kimia khusus untuk membentuk dasar sel surya. Secara umum, sel surya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm dan terbuat dari irisan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Sambungan antara dua lapisan tipis sel surya terbuat dari bahan semikonduktor yang dikenal sebagai tipe "P" (positif) dan semikonduktor "N" (negatif). Silikon tipe P ditempatkan di permukaan dan dibuat sangat tipis sehingga sinar matahari dapat langsung menembus dan mencapai sendi. Bagian P ini dilengkapi dengan lapisan nikel berbentuk cincin sebagai terminal output positif. Ini terletak di bawah bagian P dan memiliki bagian tipe N berlapis nikel dan terminal keluaran negatif.

(Digili.its.ac.id/public/ITS-master-13287-chapterII.pdf)

2.2 Sel Surya Dan Semikonduktor

Elemen yang memiliki kemampuan listrik antara konduktor dan isolator disebut semikonduktor (Malviano, 2003: 35). Sel surya adalah perangkat yang

mengikuti prinsip fotovoltaiik dan memiliki kemampuan untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Keberadaan energi dari cahaya (foton) dengan panjang gelombang tertentu bersemangat. Beberapa elektron dalam materi yang berhubungan dengan energi ditemukan oleh Alexander Edmond Bacquarel (Belgia) pada tahun 1894. Semikonduktor listrik dengan konduktivitas sedang dapat menyebabkan efek ini. Pita valensi. Keadaan non-elektronik juga disebut celah pita, tetapi dua pita energi kontinu dan pita valensi dan pita konduksi rendah. Ukuran celah pita ini bervariasi dari bahan semikonduktor ke material, tetapi disarankan untuk tidak melebihi 3 atau 4 eV ($1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$).



Gambar 2.1 *solar cell*

(sumber: <http://imal.iteadstudio.com> di akses pada 18 oktober 2019)

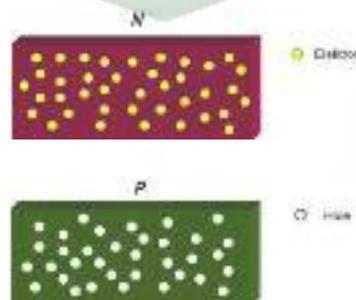
Maxwell menganjurkan teori radiasi elektromagnetik, di mana cahaya dianggap sebagai spektrum elektromagnetik dari berbagai panjang gelombang. Menurut

Einsten, efek fotovoltaiik menunjukkan bahwa cahaya adalah partikel diskrit atau energi.

2.3 Proses Konversi *Solar Cell*

Karena bahan yang membentuk sel surya adalah semikonduktor, proses mengubah sinar matahari menjadi listrik dimungkinkan. Lebih tepatnya, muatan berlebih adalah negatif (n = negatif) karena terdiri dari dua semikonduktor dengan elektron berlebih. Ini disebut p (p = positif) karena kelebihan positif karena ada terlalu banyak lubang di semikonduktor tipe-p. Awalnya, produksi kedua jenis semikonduktor ini bertujuan untuk meningkatkan konduktivitas listrik atau konduktivitas listrik dan kapasitas panas semikonduktor alami. Dalam semikonduktor alami ini, ada jumlah elektron dan lubang yang sama. Kelebihan elektron atau lubang dapat meningkatkan konduktivitas dan panas semikonduktor. Kombinasi dari dua semikonduktor ini, n dan pp, membentuk koneksi dioda p-n atau p-n. Dalam istilah lain, ini disebut ikatan metalurgi dan dapat digambarkan sebagai berikut:

- a. Semikonduktor jenis p dan n sebelum disambung



Gambar 2.2 semikonduktor jenis p dan n sebelum disambung

(sumber:<http://energysurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya>
 lebih dekat/ diakses tanggal 18 oktober 2019)

- b. Sesaat setelah dua jenis semikonduktor ini disambung.

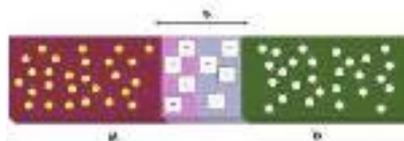
Terjadi perpindahan electron-elektron dari semikonduktor n menuju semikonduktor p, dan perpindahan *hole* dari semikonduktor p menuju n



Gambar 2.3 Perpindahan Electron Dan Hole Pada Semikonduktor

(sumber:<http://energysurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya>
 lebih dekat/ diakses tanggal 18 oktober 2019)

- c. Electron dari semikonduktor n bersatu dengan hole pada semikonduktor p yang mengakibatkan jumlah *hole* pada semi konduktor p akan berkurang. Daerah ini menjadi lebih bermuatan negative. Pada saat yang sama, hole dari semikonduktor p bersatu dengan electron yang ada pada semikonduktor n yang mengakibatkan jumlah electron didaerah ini berkurang. Daerah ini akhirnya lebih bermuatan positif.



Gambar 2.4 Hasil Muatan Positif Dan Negative Pada Semikonduktor

(sumber:<http://energysurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya>
 lebih dekat/ diakses tanggal 18 oktober 2019)

- d. Daerah positif dan negative ini disebut dengan daerah defleksi (*depletion region*) ditandai dengan huruf W. Baik electron maupun *hole* yang ada pada daerah deplesi disebut dengan pembawa muatan minoritas (*minority charge carries*) karena keberadaanya di jenis semikonduktor yang berbeda. Dikarenakan adanya perbedaan muatan positif dan negative di daerah deplesi, maka timbul dengan sendirinya medan listrik E dari sisi positif dan negative, yang mencoba menarik kembali *hole* ke semikonduktor p dan electron ke semikonduktor p dan electron ke semikonduktor n. medan listrik ini cenderung berlawanan dengan perpindahan *hole* maupun electron pada awal terjadinya daerah deplesi.

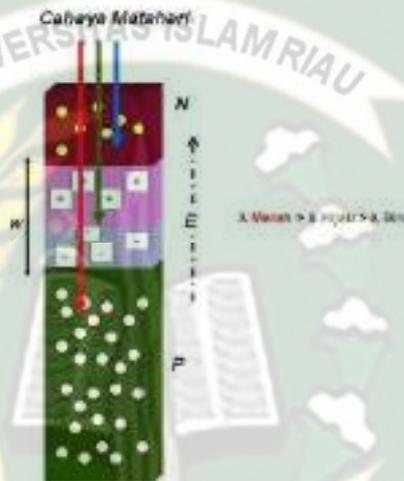


Gambar 2.5 Timbulnya Medan Listrik Internal E

(sumber:<http://energysurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya> lebih dekat/ diakses tanggal 18 oktober 2019)

Kehadiran medan listrik membuat koneksi pn menjadi titik setimbang. Ini adalah kasus ketika jumlah lubang yang bergerak dari semikonduktor p ke n dikompensasi dengan jumlah lubang yang ditarik kembali ke semikonduktor p oleh medan listrik dan jumlah elektron yang bergerak dari semikonduktor n ke p dikompensasi oleh aliran elektron ke semikonduktor n karena menarik medan listrik E. Dalam koneksi pn ini, proses mengubah sinar matahari menjadi listrik. Untuk keperluan sel

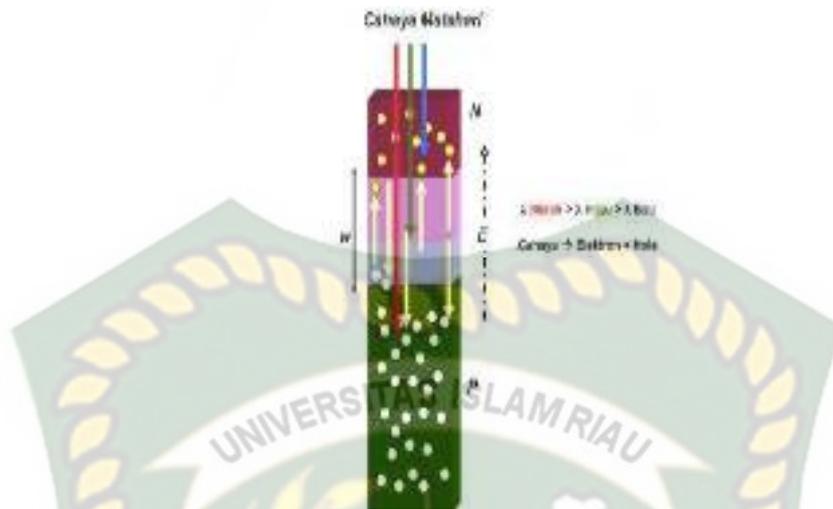
surya, semikonduktor n berada di lapisan atas sambungan p yang menghadap kedatangan sinar matahari dan jauh lebih tipis dari semikonduktor p, sehingga sinar matahari yang jatuh di permukaan sel surya terus diserap dan lapisan penipisan adalah Dan ke dalam wilayah semikonduktor p.



Gambar 2.6 Sambungan Semikonduktor Terkena Cahaya Matahari

(sumber:<http://energysurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/> diakses tanggal 18 oktober 2019)

Ketika sinar matahari mencapai persimpangan semikonduktor, elektron mendapatkan energi dari sinar matahari dan dipancarkan dari semikonduktor, lapisan penipisan, dan wilayah semikonduktor. Di wilayah yang ditinggalkan oleh elektron, meskipun elektron ini meninggalkan lubang, itu disebut fotogenerasi lubang elektron, yaitu pembentukan pasangan lubang elektron oleh sinar matahari.



Gambar 2.7 Sambungan Semikonduktor Ditembus Cahaya Matahari

(sumber: <http://energysurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya> lebih dekat/ diakses tanggal 18 oktober 2019)

Sinar matahari dengan panjang gelombang berbeda (ditunjukkan oleh simbol " λ " yang digambarkan sebagian di atas) membuat foto yang dihasilkan pn-terhubung berdasarkan pada pn-koneksi yang berbeda. Spektrum merah sinar matahari dengan panjang gelombang yang lebih panjang dapat ditransmisikan melalui daerah penipisan hingga diserap oleh semikonduktor p dan akhirnya difotogenerasi di sana. Spektrum biru yang jauh lebih pendek hanya diserap dalam semikonduktor n. Lebih lanjut, karena ada medan listrik E dalam koneksi pn, elektron fotogenerasi tertarik ke semikonduktor dan lubang tertarik ke arah semikonduktor p. Ketika serangkaian kabel dihubungkan ke bagian semikonduktor, elektron mengalir melalui kabel. Jika lampu kecil terhubung ke kabel, lampu akan memiliki arus dan akan menyala. Di mana arus ini dihasilkan oleh pergerakan elektron.



Gambar 2.8 Kabel Dari Semikonduktor Dihubungkan Kelampu

(sumber:<http://energysurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya> lebih dekat/ diakses tanggal 18 oktober 2019)

Dalam alat ini, sel surya digunakan sebagai sumber daya untuk mengisi ulang baterai sekunder (pengisi daya) yang digunakan untuk memberi daya pada portal parkir otomatis. Atau, gunakan rumus berikut untuk secara langsung menghitung daya yang dihasilkan oleh sel surya saat mengisi baterai.

$$P = V \cdot I \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan : p = daya (dalam watt, W)

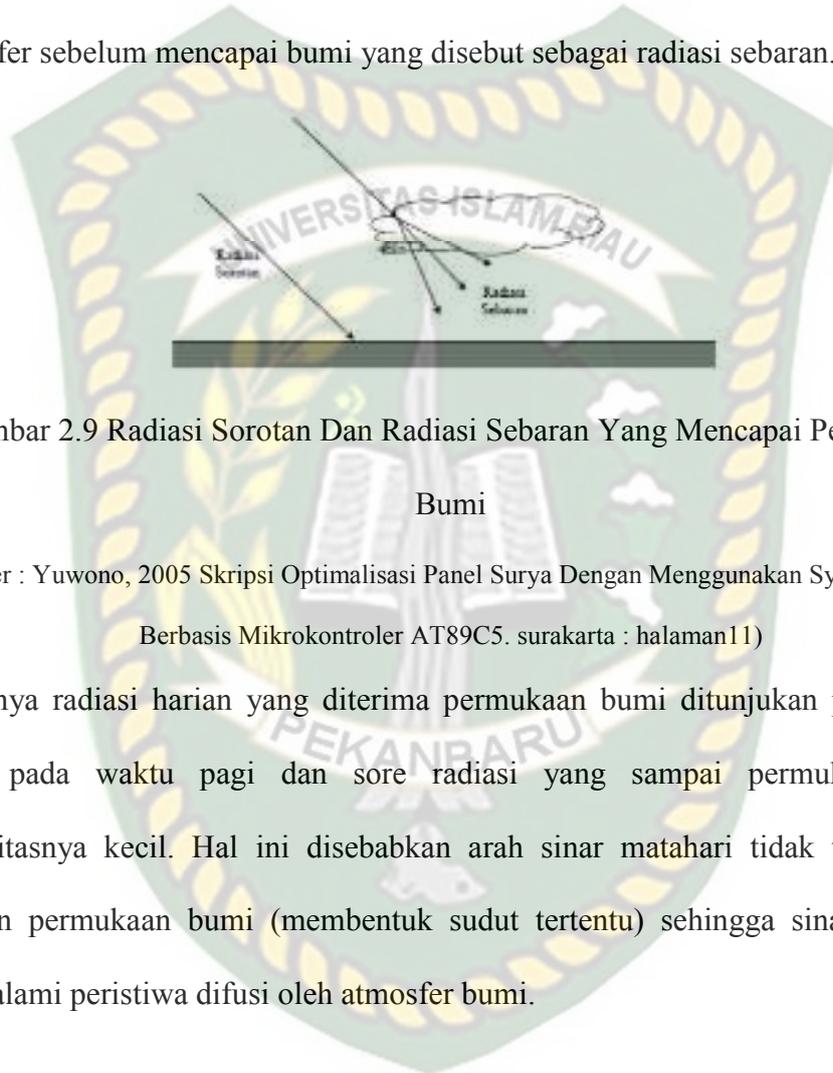
V = ggl (dalam volt, V)

I = arus (dalam ampere, A)

2.4 Radiasi Matahari Per Hari Pada Permukaan Bumi

Konstanta radiasi matahari sebesar 1353 W/m^2 dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi

dengan panjang gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipancarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran.



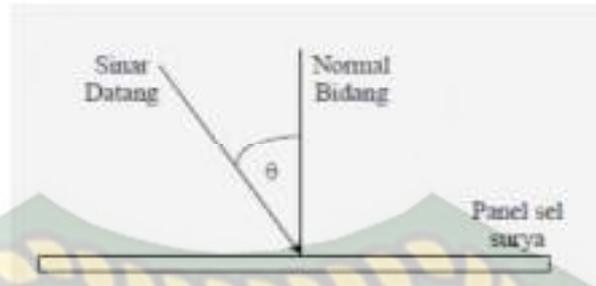
Gambar 2.9 Radiasi Sorotan Dan Radiasi Sebaran Yang Mencapai Permukaan Bumi

(sumber : Yuwono, 2005 Skripsi Optimalisasi Panel Surya Dengan Menggunakan System Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C5. surakarta : halaman 11)

Besarnya radiasi harian yang diterima permukaan bumi ditunjukkan pada grafik 2.10. pada waktu pagi dan sore radiasi yang sampai permukaan bumi intensitasnya kecil. Hal ini disebabkan arah sinar matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi (membentuk sudut tertentu) sehingga sinar matahari mengalami peristiwa difusi oleh atmosfer bumi.

2.5 Pengaruh Sudut Datang Terhadap Radiasi Yang Diterima

Besarnya radiasi yang diterima panel surya dipengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) yaitu sudut antara arah sinar datang dengan komponen tegak lurus bidang panel.



Gambar 2.10 Arah Sinar Datang Membentuk Sudut Terhadap Normal Bidang Panel Surya

(sumber : Yuwono, 2005 Skripsi Optimalisasi Panel Surya Dengan Menggunakan System Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C5. surakarta : halaman13)

Sel surya mendapat radiasi matahari maksimal pada saat posisi matahari tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut θ seperti gambar 2.10 maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor $\cos \theta$.

$$I_r = I_{r0} \cos \theta \dots\dots\dots (2.2)$$

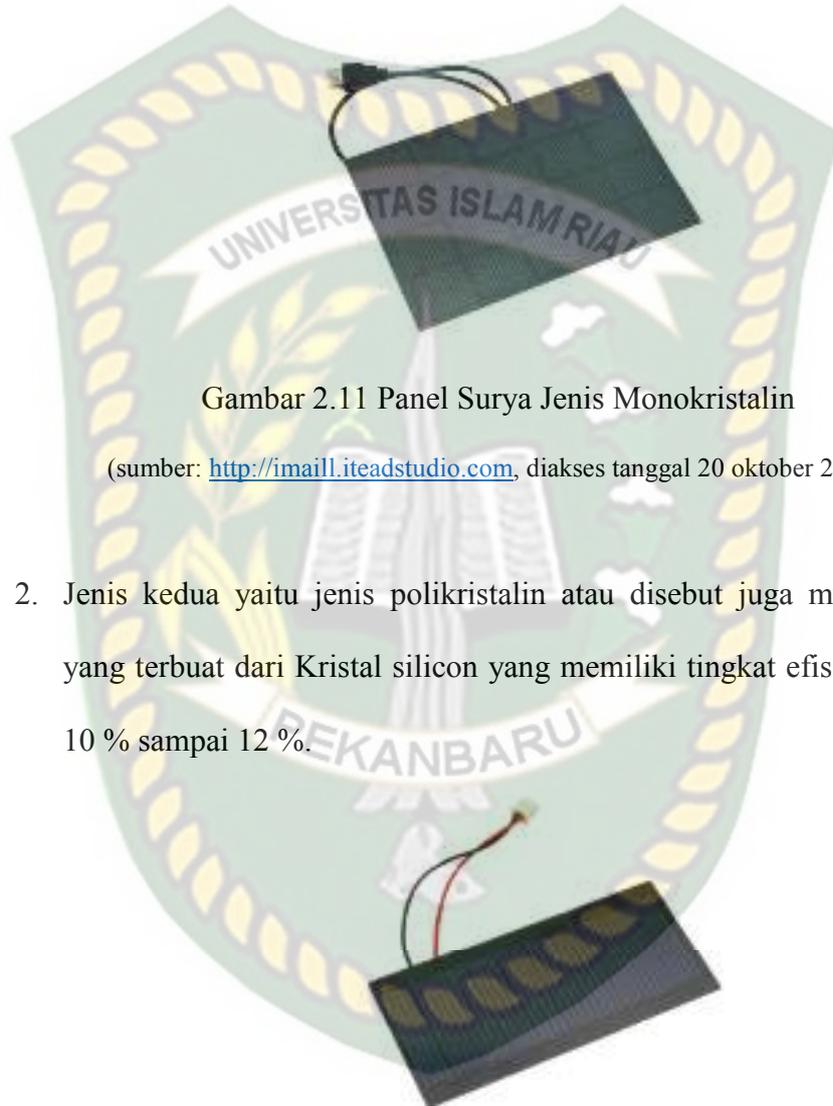
- Dimana :
- I_r = radiasi yang diserap panel
 - I_{r0} = radiasi yang mengenai panel
 - θ = sudut antara sinar datang dengan normal bidang panel

2.6 Komponen Utama PLTS

2.6.1 Panel surya

Panel surya ialah salah satu komponen berfungsi merubah energy pancaran matahari menjadi energy listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Ada beberapa jenis panel yang di gunakan dalam system PLTS yaitu :

1. Jenis yang pertama adalah jenis terbaik dan banyak digunakan pada saat ini, yaitu jenis monokristalin. Panel ini memiliki tingkat efisiensi antara 12 % sampai 14 %



Gambar 2.11 Panel Surya Jenis Monokristalin

(sumber: <http://imail.iteadstudio.com>, diakses tanggal 20 oktober 2019)

2. Jenis kedua yaitu jenis polikristalin atau disebut juga multikristalin yang terbuat dari Kristal silicon yang memiliki tingkat efisiensi antara 10 % sampai 12 %.

Gambar 2.12 Panel Surya Jenis Polikristalin

(sumber: <http://imail.iteadstudio.com>, diakses tanggal 20 oktober 2019)

3. Jenis ketiga yaitu jenis silicon amorphous, berbentuk seperti film tipis. Mempunyai tingkat efisiensi setiar 4-6 %, pada mainan anak-anak banyak menggunakan panel jenis ini.



Gambar 2.13 Panel Surya Jenis Silicon Amorphous

(sumber : [http://www.tradeindia.com/fp882650/144W-Thim-Film-Amorphous-silicon-flexibel solar-panels.html](http://www.tradeindia.com/fp882650/144W-Thim-Film-Amorphous-silicon-flexibel-solar-panels.html), diakses pada tanggal 20 oktober 2019)

4. Jenis keempat yaitu panel yang terbuat dari GaAs (Gallium Arsenide)



Gambar 2.14 Panel Surya Jenis Gallium Arsenide

(sumber : www.design-impact.org, diakses pada tanggal 20 oktober 2019)

Selain itu, IC 78xx mempunyai tiga terminal dan sering ditemui dengan kemasan TO220, walaupun begitu kemasan pasang permukaan D2PAK dan kemasan logam TO3 juga tersedia. Piranti ini biasanya mendukung tegangan masukan dari 3 volt diatas tegangan keluaran hingga kira-kira 36 volt, dan biasanya mampu memberi arus listrik hingga 1,5 ampere

(kemasan yang lebih kecil atau lebih besar mungkin memberikan arus yang lebih kecil atau lebih besar)

2.6.2 Bateray

Secara umum, pembangkit listrik tenaga surya menggunakan baterai siang hari. Karena itu, panel surya malam hari tidak digunakan. Oleh karena itu, cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menyimpan energi yang dilepaskan dari panel surya pada siang hari untuk memenuhi kebutuhan energi cuaca mendung dan buruk. Baterai kemudian digunakan untuk menyimpan energi. Sistem pembangkit tenaga surya yang menggunakan baterai fungsi ganda. Artinya, baterai bertindak sebagai penyimpanan energi. Baterai kedua juga harus bertindak sebagai sumber daya tegangan konstan untuk memasok energi listrik ke beban. Ada dua kategori baterai, tergantung pada aplikasinya:

a. Baterai primer

Baterai jenis ini dapat digunakan sekali pemakaian saja. Salah satu elektroda didalam baterai menjadi larut dalam elektrolit dan tidak dapat kembali dalam bentuk awal.

b. Baterai sekunder

Baterai jenis ini adalah baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang. Ketika baterai diisi, elektrolit dan elektroda mengalami perubahan kimia, dan ketika baterai digunakan, elektrolit dan elektroda dimuat ulang. Setelah daya melemah karena arus mengalir ke arah yang berlawanan saat menggunakan baterai. Ketika dimuat, energi

listrik diubah menjadi energi kimia. Oleh karena itu, fungsi baterai dalam desain pembangkit tenaga surya ini adalah untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh sel surya di siang hari, dan tujuannya adalah sebagai cadangan untuk cuaca buruk di malam hari. Jadi itu berfungsi sesuai kebutuhan. Baterai yang digunakan adalah baterai basah yang dapat diisi dengan energi listrik atau bahan kimia.

2.6.3 inverter

Perangkat listrik yang digunakan untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Perangkat inverter arus DC seperti baterai, panel surya / solar cell akan menjadi AC.

Penggunaan inverter dalam PLTS adalah untuk perangkat yang menggunakan arus AC.

Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan ketika memilih inverter.

1. Memuat kapasitas dalam watt. Pilih inverter dengan beban yang dekat dengan beban yang digunakan untuk memaksimalkan efisiensi kerja.
2. Input DC 12V atau 24V
3. Output AC gelombang persegi atau gelombang sinus.

Inverter gelombang sinus sejati diperlukan, terutama untuk beban yang menggunakan motor. Ini membuat motor berjalan lebih mudah, lebih halus, dan tidak cepat panas. Oleh karena itu, dari segi harga, inverter gelombang sinus sejati adalah yang paling mahal karena paling dekat dengan bentuk gelombang dari jaringan PLN.

Dalam pengembangan pasar ada juga inverter gelombang sinus yang dimodifikasi yang menggabungkan gelombang persegi dan gelombang sinus. Bentuk gelombang seperti yang terlihat melalui osiloskop sinusoidal dengan garis putus-putus antara sumbu $y = 0$ dan grafik sinus. Perangkat yang menggunakan gulungan dapat bekerja dengan gelombang sinus yang dimodifikasi, tetapi tidak optimal. Di sisi lain, dengan inverter gelombang persegi, beban listrik menggunakan kumparan dan motor tidak bekerja sama sekali.

Selain itu, ada istilah Grid Tie Inverter, yang merupakan inverter khusus yang biasanya digunakan dalam sistem energi terbarukan. Mengubah daya DC ke AC dan mendistribusikan ke jaringan listrik yang ada. Grid tie inverter, juga dikenal sebagai inverter sinkron, jangan biarkan perangkat ini digunakan sendiri, terutama ketika grid tidak tersedia. Dengan inverter tie grid, surplus kWh yang diperoleh dari sistem PLTS dapat dikembalikan ke jaringan PLN dan dinikmati bersama, tentu saja digantikan oleh kWh yang dipasok ke penyedia PLW PLTS dengan tarif yang telah disepakati sebelumnya.

2.6.4 *Solar charger controller (SCC)*

Solar charger controller adalah salah satu komponen PLTS yang berfungsi sebagai pengatur arus yang masuk ke baterai dan mengatur *over charging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan juga kelebihan voltase dari panel surya kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

Ada dua jenis teknologi yang terpasang pada SCC yaitu :

1. PWM (*pulse wide modulation*)

Seperti namanya SCC dengan teknologi ini menggunakan lembar pulse dari on dan off elektrik sehingga menciptakan seakan-akan *sine wave electricall form*.

2. MPPT (*maximum point tracker*)

SCC dengan teknologi ini dinilai lebih efisien dalam mengkonversi arus DC to DC. Teknologi ini dapat mengambil maximum daya dari PV. MPPT *charger controller* dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban kedalam baterai, dan apabila diperlukan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan PV, maka daya dapat diambil dari baterai.

2.7 Perhitungan Data Kebutuhan Beban, Kapasitas Batrai, Kapasitas Modul

Surya

2.7.1 data kebutuhan beban.

Sebelum kita melakukan analisa sebuah sistem PLTS maka terlebih dahulu kita mengetahui beban energy keseluruhan yang terdapat pada suatu gedung. Adapun cara untuk mendapatkan data kebutuhan beban adalah perkalian antara daya beban (watt) dan opras/hari (jam)

2.7.2 perhitungan jumlah panel surya

Untuk menghitung jumlah panel yang dibutuhkan oleh system, supaya dapat memenuhi energy yang diperlukan dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Jumlah panel} = \frac{\text{total daya harian}}{(\text{kapasitas panel surya} \times \text{jam efektif})} \dots\dots\dots (2.3)$$

(sumber : Buku System-Sistem Pembangkit Tenaga Surya, Adjat Sudrajat)

2.7.3 perhitungan kapasitas modul surya

Untuk menghitung kapasitas daya modul surya yang dibutuhkan, akan sangat tergantung dari energy beban yang diutuhkan dan radiasi harian yang tersedia dilokasi. Menurut SNI 04-6394-2000, didefinisikan bahwa energy yang harus dikeluarkan oleh modul surya.

kapasitas modul surya =

$$\frac{E_T}{\text{insolasi matahari}} \times \text{faktor penyesuaian} \dots\dots\dots (2.4)$$

(sumber : Jurnal Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Baling Lompo, Abdul Hafid Dkk, Universitas Muhammadiyah Makasar)

2.7.4 perhitungan kapasitas baterai

Untuk mendapatkan kapasitas batrai yang sesuai dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$Ah = \frac{E_T}{V_S} \dots\dots\dots (2.5)$$

(sumber : Jurnal Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Baling Lompo, Abdul Hafid Dkk, Universitas Muhammadiyah Makasar)

Dimana :

Ah = kuat arus per jam (Ah)

Er = energy system (Wh)

Vs = tegangan system baterai (v)

2.7.5 perhitungan kapasitas *solar carger controller* (SCC)

Untuk memghitung kapasitas SCC dapat menggunakan persamaan berikut:

$$I_{SCC} = I_{SC \text{ Panel}} \times N_{\text{panel}} \times 25\% \dots\dots\dots (2.6)$$

(sumber : Buku System-Sistem Pembangkit Tenaga Surya, Adjat Sudrajat)

Dimana :

I_{SCC} = arus SCC (ampere)

$I_{SC \text{ panel}}$ = arus hubungan singkat panel surya (ampere)

N_{panel} = jumlah panel surya

25% = kompensasi

2.8 Perhitungan Daya Masukan, Daya Keluaran Dan Efisiensi Pada Panel Surya

Sebelum mengetahui berapa nilai daya sesaat yang dihasilkan harus diketahui daya yang diterima (daya input), di mana daya tersebut adalah :

Perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area modul PV dengan persamaan :

$$P_{in} = I_r A \dots\dots\dots \text{Pers (2.7)}$$

(sumber : Ihsan., 2003, “ Peningkatan Suhu Modul dan Daya Keluaran Panel Surya Dengan Menggunakan Reflektor”, UIN Aliuddin Makasar.

Keterangan :

P_{in} = Daya input akibat Radiasi matahari (W)

I_r = Intensitas radiasi matahari (W/m^2)

A = Luas area permukaan photovoltaic module (m^2)

Sedangkan untuk besarnya daya keluaran pada panel surya (P_{out}) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), arus hubung singkat (I_{sc}), dan *Fill Factor* (FF) yang dihasilkan oleh sel *photovoltaic* yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{out} = V_{oc} I_{sc} FF \dots\dots\dots \text{Pers. (2.8)}$$

(sumber : Ihsan., 2003, “ Peningkatan Suhu Modul dan Daya Keluaran Panel Surya Dengan Menggunakan Reflektor”, UIN Aliuddin Makasar.

Keterangan :

P_{out} = Daya yang dibangkitkan oleh panel surya (Watt)

V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka pada panel surya (Volt)

I_{sc} = Arus hubung singkat pada panel surya (Ampere)

FF = *Fill Factor* dapat dihitung dengan rumus

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \dots\dots\dots \text{Pers. (2.9)}$$

(sumber : Jurnal Rekayasa Elektrikal, Suriadi dan Mahdi Syukri, Universitas Syiah Kuala)

Keterangan :

V_{mp} = maximum power point voltage

I_{mp} = maximum power point current

V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka pada panel surya (Volt)

I_{sc} = Arus hubung singkat pada panel surya (Ampere)

Efisiensi yang terjadi pada panel surya adalah merupakan perbandingan daya dapat dibangkitkan oleh panel surya dengan energy input yang diperoleh dari radiasi matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data :

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Inp}} 100\% \dots\dots\dots \text{Pers. (2.10)}$$

(sumber : Ihsan., 2003, “ Peningkatan Suhu Modul dan Daya Keluaran Panel Surya Dengan Menggunakan Reflektor”, UIN Aliuddin Makasar.

Keterangan :

η = Efisiensi Panel Surya

I = Intensitas cahaya matahari (W/m^2)

P = Daya output yang dibangkitkan oleh panel surya (Watt)

A = Luas area permukaan modul photovoltaic (m^2)

Salah satu factor yang dapat mempengaruhi peningkatan kinerja pada photovoltaic adalah banyaknya jumlah intensitas cahaya yang mengenai permukaan panel. Hal inilah yang mendasari penulis melakukan penelitian dengan menambahkan reflector pada panel surya.

2.9 Keuntungan dan Kerugian Panel Surya

2.9.1 Keuntungan

Fotovoltaik dapat menawarkan banyak keunggulan dibandingkan sumber lain seperti generator diesel, sumber fosil dan nuklir, dan sumber daya utilitas tradisional. Keuntungan ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

Sebuah.

- a. PV tidak membutuhkan bahan bakar minyak dan pelonggaran gas selama operasi. Karena itu, PV tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Daya berlimpah yang dibutuhkan oleh PV adalah sinar matahari. Sinar matahari gratis, tersedia secara luas di banyak negara, dan tidak pernah berakhir. PV juga berfungsi tanpa konten, berisik dan tidak memiliki bagian yang bergerak. Ini tidak hanya mengurangi biaya operasi, tetapi juga mengurangi pekerjaan pemeliharaan untuk pembersihan.

- b. Modul PV dapat diandalkan, stabil, tahan lama, dan tahan cuaca, sehingga biasanya memiliki waktu operasi lebih dari 10 tahun. Oleh karena itu, PV biasanya cocok untuk aplikasi yang membutuhkan pasokan energi yang konsisten, seperti aplikasi perawatan kesehatan dan daya darurat. Sistem PV biasanya dekat dengan tempat listrik diproduksi. Ini menguntungkan jaringan utilitas karena tidak memerlukan saluran listrik untuk membawa listrik dari jaringan ke lokasi terpencil. Semakin sedikit saluran transmisi, semakin rendah biayanya.

2.9.2 Kerugian

Terlepas dari semua manfaat PV, sistem PV memiliki beberapa kelemahan yang harus dipertimbangkan:

Sebuah.

- a. Kelemahan utama dari sistem PV adalah bahwa outputnya tergantung pada sinar matahari. Kehadiran siang hari sangat terbatas, terutama selama musim dingin, hujan, dan hari berawan. Awan di atas matahari dan bayangan yang diciptakan oleh bangunan dan pohon mengurangi output sistem. Tanpa sinar matahari, PV tidak dapat menghasilkan listrik, terutama di malam hari. Karena itu, penggunaan daya pada malam hari membutuhkan daya cadangan seperti baterai dan generator diesel
- b. Karena peralatan sistem fotovoltaik lebih mahal, biaya awal sistem fotovoltaik jauh lebih tinggi daripada biaya bentuk pembangkit listrik lainnya. Akibatnya, tidak banyak orang mau membayar biaya tinggi.
- c. Karena itu, bantuan keuangan sangat dibutuhkan.

2.10 Karakteristik Pada Panel Surya

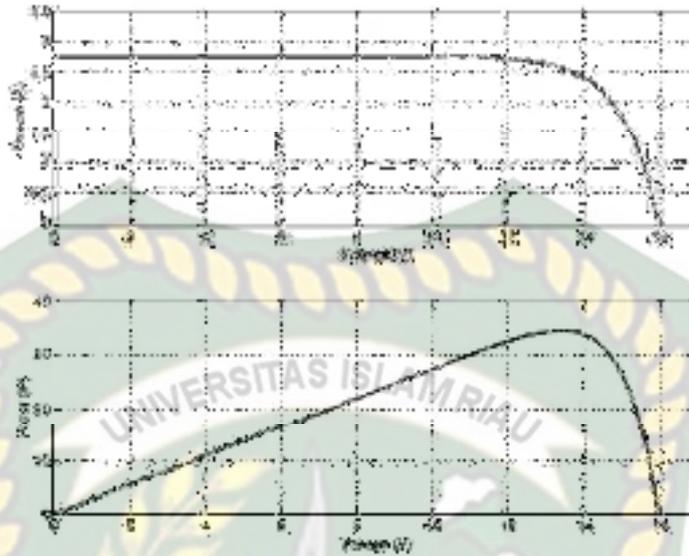
Beberapa karakteristik penting dari fotovoltaik termasuk tegangan rangkaian terbuka (Voc), arus hubung singkat (Isc), efek perubahan intensitas matahari, efek perubahan suhu pada sel surya (Tsc), dan dalam fotovoltaik. Ada karakteristik tegangan-arus (karakteristik VI).

2.10.1 Tegangan Open Circuit (Voc)

Voc adalah tegangan yang dibaca ketika tidak ada arus yang mengalir, yaitu, tegangan maksimum sel surya yang terjadi ketika arus hubung singkat adalah nol. Cara untuk mencapai tegangan rangkaian terbuka (Voc) adalah dengan menghubungkan kutub positif dan negatif dari modul PV multimeter. Ini memungkinkan Anda memeriksa nilai tegangan rangkaian terbuka sel surya multimeter.

2.10.2 Arus *Short Circuit* (Isc)

Isc adalah arus maksimum yang dapat dihasilkan oleh modul sel surya. Nilai Isc diperoleh dengan hubungan pendek elektroda positif dengan elektroda negatif dalam modul PV dan kemudian membaca nilai Isc sebagai pembaca saat ini dengan multimeter untuk mendapatkan nilai pengukuran arus maksimum yang diperoleh dengan sel surya.

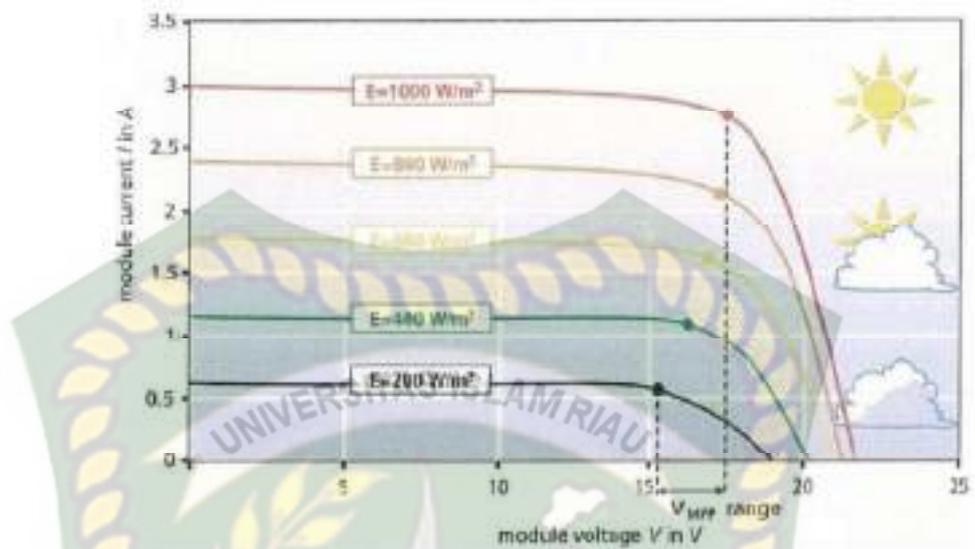


Gambar 2.15 Karakteristik Tegangan Arus dan Kurva Daya

(sumber : Dwi Mulyana, “Pengaruh penambahan reflektor Terhadap karakteristik arus-tegangan dan efisiensi sel surya”, 2003)

2.10.3 Efek Perubahan Intensitas Cahaya Matahari

Karena jumlah energi matahari yang diperoleh oleh sel surya (fotovoltaik) berkurang atau intensitas cahaya berkurang, demikian juga besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan. Penurunan tegangan relatif lebih kecil dari penurunan arus.

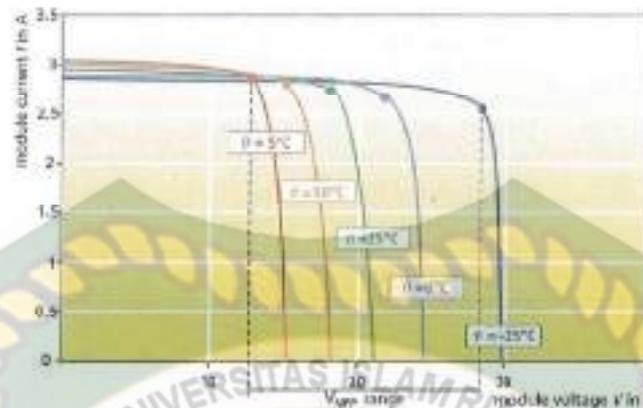


Gambar 2.16 Kurva I-V Terhadap Tingkat *Irradiance* dan Temperatur yang Tetap

(sumber : Jansen T J ., 1998, “Teknologi Rekayasa Surya”, Pradiya Pramita, Jakarta.)

2.10.4 Efek Perubahan Temperatur Pada *Photovoltaic* (Tsc)

Suhu juga memengaruhi kinerja sel dan efisiensi fotovoltaik, yang menghasilkan lebih banyak daya ketika sel surya dingin. Secara umum, ketika sel terpapar $1 \text{ kW} / \text{m}^2$, suhu sel sekitar 30°C lebih tinggi dari udara sekitar. Semakin tinggi suhu sel surya, semakin rendah tegangan sekitar $0,0023 \text{ V} / \text{oC}$ untuk teknologi kristal silikon dan sekitar $0,0028 \text{ V} / \text{oC}$ untuk teknologi film tipis. Tenaga listrik juga berkurang hingga $0,5\% / \text{oC}$ dalam teknologi kristal silikon dan menjadi sekitar $0,3 / \text{oC}$ dalam teknologi film tipis. Karakteristik perubahan suhu sel surya.



Gambar 2.17 Kemampuan Sel Surya pada Beberapa Variasi

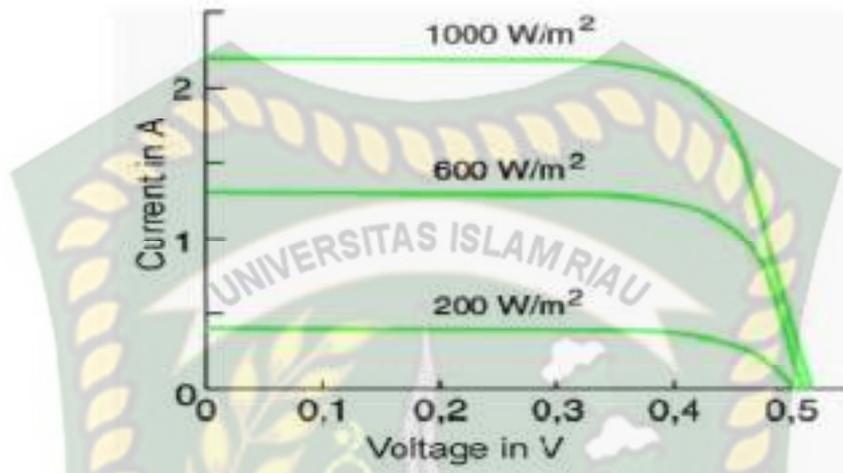
Temperatur

(sumber : Jansen T J ., 1998, “Teknologi Rekayasa Surya”, Pradiya Pramita, Jakarta.)

2.10.5 Karakteristik Tegangan-Arus Pada *Photovoltaic* (V-I Characteristic)

Penggunaan tegangan dari tenaga surya tergantung pada bahan semikonduktor yang digunakan. Saat menggunakan bahan silikon, rentang tegangan yang dihasilkan oleh setiap sel surya adalah 0,5 V. Tegangan yang dihasilkan oleh fotovoltaiik tergantung pada radiasi matahari. Arus listrik yang dihasilkan dari pembangkit tenaga surya tergantung pada kecerahan (cahaya kuat) matahari, seperti ketika cuaca cerah atau berawan. Sebagai contoh, kristal silikon fotovoltaiik tunggal dengan luas permukaan 100 cm² menghasilkan sekitar 1,5 Watt dengan tegangan DC sekitar 0,5 Volts dan arus

sekitar 2 Amps (kekuatan sekitar 1000 W / m²). Karakteristik perubahan arus tegangan dalam pembangkit listrik fotovoltaik.



Gambar 2.18 Karakteristik Tegangan-Arus pada Silikon *Photovoltaic*

(sumber : Jansen T J ., 1998, “Teknologi Rekayasa Surya”, Pradiya Pramita, Jakarta.)

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Pada tahapan ini penulis melakukan penelitian di Gedung Fakultas teknik Universitas Islam Riau Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 14 desember 2019 sampai tanggal 16 desember 2019.



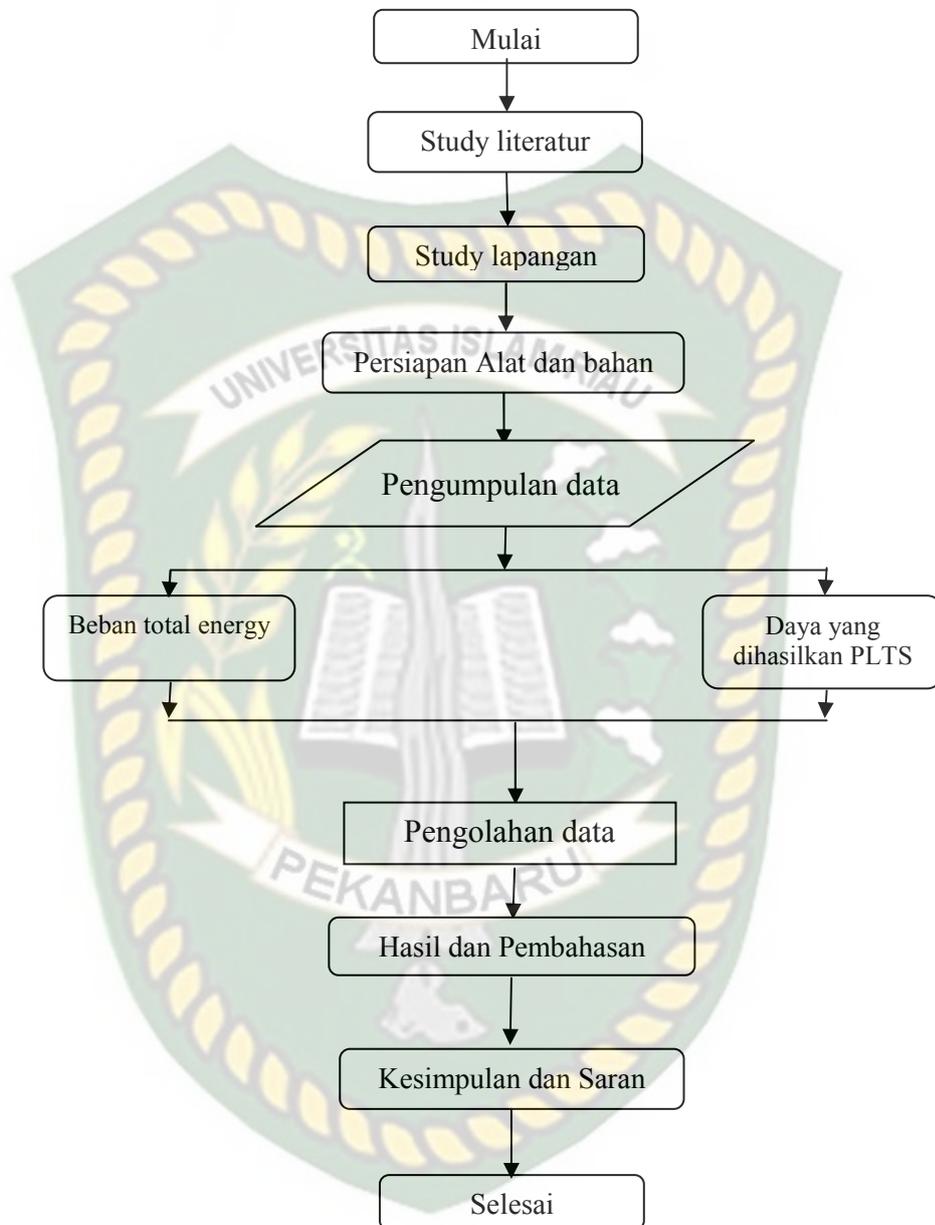
Gambar 3.1 Tempat Penelitian

(sumber : dokumentasi gedung C fakultas teknik)

3.2 Diagram Alir Penelitian

pada penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian deskriptif yaitu membuat penulisan secara sistematis dan akurat tentang fakta yang diambil melalui penelitian secara tersusun dan terencana. Dimana dalam penelitian ini ada beberapa tahapan yang harus dilalui. Dimana tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.2 (diagram

alir penelitian) sebagai berikut



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Bahan

Dalam penelitian ini, subjek penelitian adalah keluaran energi yang

dihasilkan panel surya yang telah terpasang pada jaringan PLTS digedung tersebut. Dengan spesifikasi dari panel yang digunakan adalah sebagai berikut :

Spesifikasi :

1. Tipe 195 Wp

- Sel Panel : Monokristalin 125 mm x 125 mm
- Berat : 17 kg
- Dimensi : 1580 x 808 x 40 (mm)

Karakteristik panel

- *Power* : 195Wp
- *Open Circuit voltage* : 44,5 V
- *Maximum power voltage* : 36,7 V
- *Short circuit current* : 5,77 A
- *Maximum power current* : 5,34 A
- *Encapsulated solar cell efficiency* : 18,5 %
- *Insulation* : $\geq 100 \text{ M}\Omega$
- *Maximum system voltage* : 1000 V
- *Voltage standoff* : AC 2000 DC 3000 V
- *Series fuse rating* : 10 A

Karakteristik fisik

- *Operating temperature* : -40° to $+90^{\circ}\text{C}$
- *Storage tempertur* : -40° to $+90^{\circ}\text{C}$
- *Type of output terminal* : Lead wire with connector
- *Pressure Bearing* : $\geq 2400 \text{ Pa}$

- *Wind bearing* : ≥ 5400 Pa
- *Hail Impact Test* : 225g steel ball drops from height of 1m

Koefisien Temperatur

- *NOCT* : $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- *Temperture coefficient of I_{sc}* : $+ 0,046 \% / ^{\circ}\text{C}$
- *Temperture coefficient of V_{oc}* : $- 0,036 \% / ^{\circ}\text{C}$
- *Temperture coefficient of P_m* : $- 0,46 \% / ^{\circ}\text{C}$
- *Power output Tolerance* : $\pm 3\%$
- Panel Tipe 200 WP

2. Spesifikasi panel surya (*solar cell*) 200 Wp :

Type = Len 200 Wp 24 V

Output power (P_{max}) = 200 Wp $> 30\%$

Max power voltage (v_{pm}) = 37,40 V

Max power current (I_{pm}) = 5,35 A

Open circuit voltage (v_{oc}) = 45,50 A

Short circuit current (isc) = 5,80 A

Efficiency = 15%

Size = 1580 x 808 x 45 mm

3. Spesifikasi baterai.

- a. Baterai kelompok LIPI

- *Nominal voltage (V)* = 12 Volt
- *Capacity (Ah)* = 150 Ah
- *Dimentions* = 485 mm x 172 mm x 240 mm

b. Baterai kelompok SUNCO

- *Nominal voltage (V)* = 2 Volt
- *Capacity (Ah)* = 1250 Ah
- *Dimentions* = 103 mm x 206 mm x 355 mm



Gambar 3.3 bateray PLTS



Gambar 3.4 Panel Surya

(Sumber : Dokumentasi Rooftop Gedung C Teknik)

3.3.2 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a). Tang meter



Gambar 3.5 Tang Meter

(Sumber : Dokumentasi Rooftop Gedung C Teknik)

Tang meter berfungsi sebagai alat yang praktis untuk mengukur suatu aliran arus listrik tanpa harus memutus jalur arus listrik tersebut. Tang Amper memiliki kegunaan lain selain berfungsi untuk mengukur arus listrik tang ampere juga dapat digunakan untuk mengukur voltase atau mengukur nilai tahanan dan resistor.

Spesifikasi Tang meter (*Clamp Meter*):

Merk	= KEW 2055
Dimensi	= 254(L) x 82(W) x 36(D)mm
DCV	= 600V 1.0%
ACV	= 600V 1.3
OHM	= 6K – 600K – 6M 1.0%

3.4 Prosedur Pelaksanaan penelitian

Ada beberapa langkah yang harus diikuti dalam pelaksanaan dan penelitian terhadap jaringan PLTS yang terdapat di gedung teknik Fakultas Teknik Universitas Islam Riau:

- a. Pengumpulan data dan Informasi
 - Selama pengumpulan data dan informasi yang dibutuhkan untuk dimasukkan kedalam pengolahan data manual. Informasi ini sangat penting dan dicatat pada lembaran percobaan sebagai referensi. Karena data yang akan di masukan ke dalam lembaran percobaan adalah data dari rangkaian tertutup
 - Pengumpulan data yang diperlukan meliputi beberapa informasi yang harus direkam dan dikumpulkan datanya. Informasi berikut diperlukan untuk *input* atau disusun sebelum test, yaitu :

- Spesifikasi panel surya dan kondisi system jaringan *SHS* (*Solar Home System*)
- Waktu pengambilan data

b. Analisa

Ada beberapa tahapan analisa yang dilakukan selama penelitian

Berikut tahapan Analisa optimasi pada PLTS :

- Menghitung beban total pada gedung.
- Memeriksa dan menghitung jumlah panel surya yang terpasang.
- Menghitung jumlah dan kapasitas inverter
- Menghitung jumlah dan kapasitas batrai yang sudah terpasang pada PLTS.

3.5 Prosedur Penelitian

Berikut adalah prosedur pelaksanaan penelitian dengan topik analisa PLTS pada gedung C fakultas teknik Universitas Islam Riau :

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap awal dalam pelaksanaan penelitian.

Studi literatur dilakukan dengan cara memahami informasi dari teori yang berkaitan dengan topik penelitian dan mempelajari buku – buku serta dokumen – dokumen yang berkaitan dengan batasan masalah yang akan dibahas dan pencarian artikel yang berhubungan dengan landasan teori.

2. Pengumpulan Data

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data, yang mana data didapat merupakan data harian pengamatan oleh penulis sendiri.

3. Pengolahan Data

Setelah didapatkan data tentang permasalahan yang dibahas, selanjutnya data diolah dengan cara perumusan dan penyimpulan masalah – masalah apa saja yang terjadi

4. Kesimpulan dan Saran

Rangkaian dari uraian dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya dan akan diberikan suatu rekomendasi terhadap kekurangan ataupun masukan – masukan terhadap penelitian yang dilakukan selanjutnya

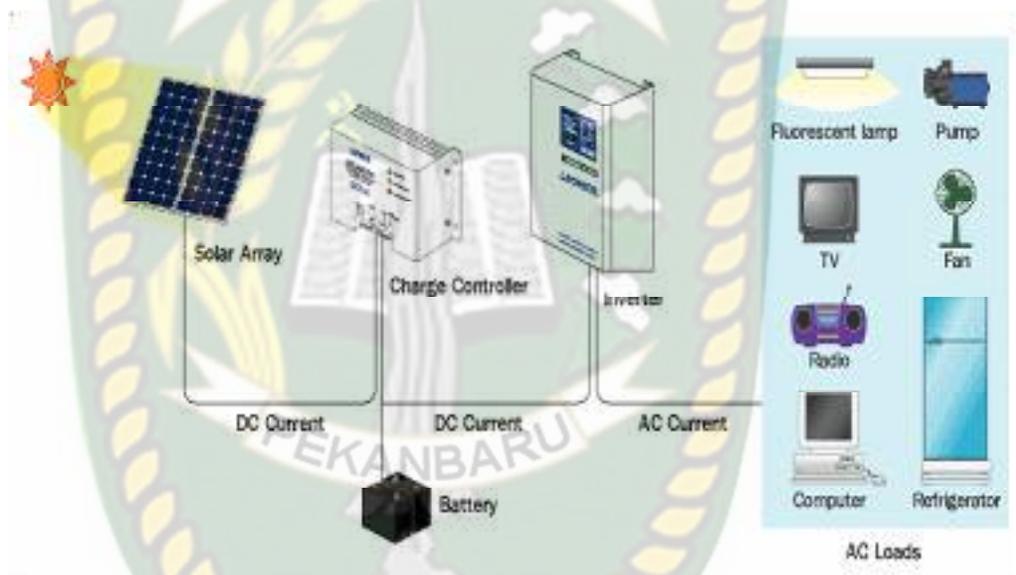
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Anlisa System PLTS Terpasang

Analisa kinerja operasi sistem PLTS gedung C Fakultas Teknik.

Sistem pembangkit yang telah dijelaskan pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 *wiring* diagram PLTS

(sumber : [google.com/search= wiring diagram plts](https://www.google.com/search?q=wiring+diagram+plts))

Dari gambar diatas dijelaskan bahwa komponen utama sistem PLTS adalah solar PV (*photovoltaic*) dimana pada pagi sampai sore hari permukaan PV dikenai cahaya matahari, maka akan menghasilkan pasangan elektron dan hole. Electron akan meninggalkan sel surya dan akan mengalir pada rangkaian

luar sehingga timbul arus listrik, susunan PV tersebut terpasang secara seri-parallel. Dimana terdapat 56 PV yang dikombinasikan dan terdapat 4 group yang terpasang parallel dan setiap group terdapat 14 PV yang tersusun secara seri. Kombinasi hubungan seri parallel memiliki maksud agar dapat menghasilkan tegangan output dari kombainer 300-600 VDC, dimana tiap modul PV menghasilkan tegangan 36 VDC. Sehingga untuk mendapatkan tegangan output tersebut maka PV dihubungkan secara seri dengan perhitungan :

$$RS = 36 \text{ VDC} \times 14 \text{ PV} = 504 \text{ VDC}$$

Manajemen operasi system PLTS gedung C, pola yang berjalan adalah :

1. Daya listrik yang dihasilkan PLTS disalurkan ke beban AC- Bus tegangan rendah.
2. System catu daya yang terpasang adalah sistem SHS

4.1.1 Kondisi PLTS gedung C kelompok A

Pada gedung C Fakultas Teknik universitas islam riau terdapat system PLTS dimana didalam sytem tersebut terdapat beberapa komponen yang menunjang kerja sistem tersebut supaya dapat beroperasi dengan baik.

Kelompok A adalah kelompok SUNCO dengan komponen pendukung sebagai berikut :

1. Panel surya = 56 buah
2. Baterai = 48 unit = 2V 1250 Ah

3. Inverter = 3 unit
4. Solar charger kontroler (scc) = 3 unit

Pada saat ini system tersebut dapat menghasilkan daya keluaran sebesar
: 135 863.39 watt/hari

4.1.2 Kondisi PLTS gedung C kelompok B

Kelompok B ini adalah kelompok LIPI, kondisi system PLTS LIPI saat ini adalah:

1. Solar panel = 15 keping
2. Bateray = 12 buah = 12V 150 Ah
3. *Solar charger controller (scc)*
4. Inverter

Pada sytem plts ini dapat menghasilkan daya sebesar 64045.68 watt.

Jika daya dari kedua sistem di jumlahkan akan dapat menghasilkan daya sebesar 199.909.07 watt

4.2 Perhitungan Kapasitas Dan Beban total PLTS

Langkah awal dalam perhitungan kapasitas PLTS di gedung C ini adalah penentuan beban harian dengan cara mendata seluruh peralatan yang menggunakan energy listrik. Data kebutuhan gedung dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Table 4.1 Data Kebutuhan Beban Per Hari

Deskripsi beban	Jumlah	Arus beban (amper)	Tegangan beban (volt)	Daya beban (watt)	Oprasi/hari jam	Energy/hari (watt-jam)
Kipas angin	16	1.09	220	3840	9	34560
Lampu ruangan	96	0.08	216	1728	9	15552
Lampu teras	12	0.08	216	216	12	2592
AC	10	8.2	234	19200	9	172800
Infokus	11	1.12	240	2970	9	26730
Computer	120	8.3	12	11952	9	107568
				39906		359802

Sesuai pada table diatas bahwa jam 07.00 WIB adalah beban start saat PLTS dioperasikan, maka beban yang terbesar PLTS gedung C Fakultas Teknik Universitas Islam Riau per hari adalah: 359802 Wh.

Setelah dilakukan pengambilan data pada dua system PLTS yang terpasang di gedung c Fakultas Teknik, didapat besaran daya yang dihasilkan oleh kedua system adalah sebesar 199909.07 W/hari. Maka daya kebutuhan beban keseluruhan dikurangi dengan daya yang mampu dikeluarkan oleh kedua kelompok system PLTS.

$$= 359802 \text{ Wh} - 199909.07 \text{ W}$$

$$= 159892.93 \text{ Wh}$$

Jadi, kekurangan daya yang harus dipenuhi adalah 159892.93 Wh, maka dari itu untuk memenuhi kekurangan daya tersebut, kita harus melakukan penambahan komponen panel surya pada system.

4.2.1 Perhitungan Kapasitas dan Jumlah Modul Surya

Kapasitas daya modul sel surya dapat diperhitungkan dengan memperhatikan beberapa factor, yaitu kebutuhan energy system yang diisyaratkan, insolasi matahari, dan factor penyesuaian. Kebutuhan energy system yang telah dihitung dalam bahasan sebelumnya, yaitu sebesar 159892.93 Wh. Dengan mengambil data insolasi terendah dikarenakan agar PLTS dapat memenuhi kebutuhan beban setiap saat.

Nilai *solar radiation* atau radiasi matahari yang terendah adalah 83 W/m². Maka untuk mendapatkan nilai insolasi matahari adalah dengan cara membagi nilai radiasi dengan lama penyinaran matahari selama sehari atau 8 jam, yaitu : 10.4 W/m².

Factor penyesuaian pada kebanyakan instalasi PLTS adalah 1.1 .

Jadi kapasitas daya modul surya yang dihasilkan adalah :

$$\begin{aligned} &= \frac{E_T}{\text{insolasi matahari}} \times \text{faktor penyesuaian} \\ &= \frac{159892.93}{10.4} \times 1.1 = 169.117 \text{ W} \end{aligned}$$

Besarnya kapasitas daya modul surya yang terhitung adalah : 169.117 watt peak. Karna dipasaran tidak ditemukan kapasitas panel surya dengan kapasitas tersebut, maka kita menggunakan kapasitas panel surya dengan ukuran 200 WP.

Untuk menentukan jumlah solar panel yang di perlukan untuk menghasilkan daya sebesar 159892.93 Wh dapat digunakan rumus sebagai baga berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel surya} &= 159892.93 \text{ Wh} / (200 \text{ WP} \times 5) \\ &= 159.89 \text{ buah panel} \end{aligned}$$

Sehingga penambahan jumlah panel yang diperlukan sebanyak 159.89 panel. Kita bulatkan menjadi 160 keping.

4.2.2 Perhitungan Kapasitas Baterai

Perhitungan daya bateray yang terpasang pada kedua sistem.

$$P = A \times V$$

$$P = 1250 \text{ A} \times 2 \text{ V}$$

$$= 2500 \text{ W}$$

$$= 2500 \text{ W} \times 48 = 120000 \text{ W untuk kelompok A}$$

$$P = A \times V$$

$$P = 12 \text{ V} \times 150 \text{ A}$$

$$= 1800 \text{ W}$$

$$= 1800 \text{ W} \times 12 = 21600 \text{ W untuk kelompok B}$$

Satuan energy (dalam Wh) dikonversikan terlebih dahulu menjadi Ah yang sesuai dengan satuan kapasitas batrai.

$$Ah = \frac{E_T}{V_S}$$

$$= \frac{159892.92 \text{ Watt}}{2 \text{ volt}}$$

$$= 79946.47 \text{ Ah}$$

Hari otonomi yang ditentukan adalah 3 hari, jadi batrai hanya menyimpan energy dan menyalurkan pada hari itu juga. Besarnya *deep of discharge* (DOD) pada batrai 80 %.(Mark,1991:68)

Kapasitas batrai yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{Ahxd}{DOD} \\ &= \frac{79946.47 \times 3}{0.8} \\ &= 299799.27 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Kapasitas baterai yang sudah terpasang pada sistem adalah 2 V 1250 Ah. Jadi untuk menentukan jumlah baterai yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} &= \frac{299799.27 \text{ Ah}}{1250 \text{ Ah}} \\ &= 239.84 \end{aligned}$$

Maka jumlah baterai yang diperlukan yaitu 240 buah baterai hasil pembulatan

4.2.4 Perhitungan Kapasitas *solar Charger controler* (SCC)

Beban pada sistem PLTS mengambil energy dari SCC. Kapasitas arus yang mengalir pada SCC dapat ditentukan dengan mengetui

dari besaran arus hubungan pendek dan jumlah panel surya yang terpasang

$$\begin{aligned} I_{sc} &= 5.80 \times 160 \times 25\% \\ &= 232 \text{ A} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat besar arus SCC sebesar 232 A.

jika kita menggunakan SCC dengan kapasiatas 80 A maka jumlah SCC yang diperlukan adalah.

$$= \frac{232 \text{ A}}{80 \text{ A}} = 2.9$$

Jadi jumlah SCC yang di perlukan adalah 3 unit hasil pembulatan

4.3 Perhitungan daya masukan dan daya keluaran panel surya

Sebagai contoh untuk mengetahui daya *input* dan daya *output* pada panel surya tersebut diambil data rata rata pada tanggal 16/12/2019. Data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan daya *input* dan daya *output* pada panel surya 195 WP dan 200 WP, luas area panel surya 195 WP dan 200 WP, tegangan arus terbuka (V_{oc}), Arus rangkaian terbuka (I_{sc}), tegangan maksimal (V_{mp}), dan Arus maksimal (I_{mp}). Untuk tegangan maksimal dan arus maksimal pengambilan data dilakukan pada saat rangkaian tertutup. Untuk hasil daya *input* dan daya *output* dapat dilakukan metode yg sama

dengan menggunakan data yang ada.

1. Perhitungan daya masukan, daya keluaran dan efisiensi panel 195

WP

Table 4.2 Nilai Arus (A) Dan Tegangan (V) panel 195 WP

jam	Kuat arus (A)	Tegangan (V)
09.00	001.8	40.91
10.00	001.8	39.61
11.00	001.7	39.51
12.00	001.8	32.93
13.00	001.7	37.65
14.00	001.7	37.48
	1.75 A	38.01 V

Dengan menggunakan tabel hasil perhitungan rata-rata Arus (A) dan Tegangan (V) data penelitian diatas maka dapat kita lihat hasil Daya *input* dan Daya *output* pada panel surya.

Daya *input* dan daya *output* pada panel surya dapat diketahui dengan

persamaan sebagai berikut :

- Radiasi cahaya matahari (I_r) = 748 W/m^2
- Tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) = $38,01 \text{ V}$
- Arus hubungan singkat (I_{sc}) = 1.75 A
- Tegangan *maximum power* (V_{mp}) = $36,7 \text{ V}$
- Arus *masimum power* (I_{mp}) = $5,34 \text{ A}$
- Area panel surya = $1580 \text{ mm} \times 808 \text{ mm}$
 $= 1,27 \times 10^6 \text{ mm}^2$
 $= 1,27 \text{ m}^2$

- a. Daya input adalah perkalian antara intensitas cahaya matahari yang diterima dengan luas permukaan panel surya dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{in} = I_r \times A$$
$$P_{in} = 748 \text{ W/m}^2 \times 1.27 \text{ m}^2$$
$$= 949.96 \text{ W}$$

- b. Daya output adalah perkalian antara tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), arus hubungan singkat (I_{sc}), dan *fill factor* (FF) yang dihasilkan oleh sel *photovoltaic* dengan rumus sebagai berikut

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$$

$$FF = 1$$

$$P_{aut} = 38,01 \text{ V} \times 1.75 \text{ A} \times 1$$

$$P_{\text{out}} = 66.51 \text{ W}$$

- c. Efisiensi adalah perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari radiasi matahari dengan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{66,51 \text{ W}}{949,96 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta = 7 \%$$

2. Perhitungan daya masukan, daya keluaran dan efisiensi panel 200 WP

Table 4.3 Nilai Arus (A) Dan Tegangan (V) panel 200 WP

jam	Kuat arus (A)	Tegangan (V)
09.00	001.8	40.62
10.00	005.9	41.36
11.00	003.1	39.69
12.00	006.4	39.46
13.00	004.0	39.44
14.00	003.2	39.56

	4.06 A	40.02 V
--	--------	---------

Dengan menggunakan tabel hasil perhitungan rata-rata Arus (A) dan Tegangan (V) data peneliti di atas maka dapat kita lihat hasil Daya *input* dan Daya *output* pada panel surya.

- Radiasi cahaya matahari (I_r) = 748 W/m²
- Max power voltage (v_{pm}) = 37,40 V
- Max power current (I_{pm}) = 5,35 A
- Open circuit voltage (v_{oc}) = 45,50 A
- Short circuit current (i_{sc}) = 5,80 A

a. Daya input adalah perkalian antara intensitas cahaya matahari yang diterima dengan luas permukaan panel surya dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{in} = I_r \times A$$

$$P_{in} = 748 \text{ W/m}^2 \times 1.27 \text{ m}^2$$

$$= 949.96 \text{ W}$$

b. Daya output adalah perkalian antara tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), arus hubungan singkat (I_{sc}), dan *fill factor* (FF) yang dihasilkan oleh sel *photovoltaic* dengan rumus sebagai berikut

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$$

$$FF = 1$$

$$P_{\text{aut}} = 40.02 \text{ V} \times 4.06 \text{ A} \times 1$$

$$P_{\text{aut}} = 162.48 \text{ W}$$

- c. Efisiensi adalah perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi input yang diperoleh dari radiasi matahari dengan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{162,48 \text{ W}}{949,96 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta = 17 \%$$

4.4 Perhitungan Perkiraan Biaya Yang Akan Dikeluarkan.

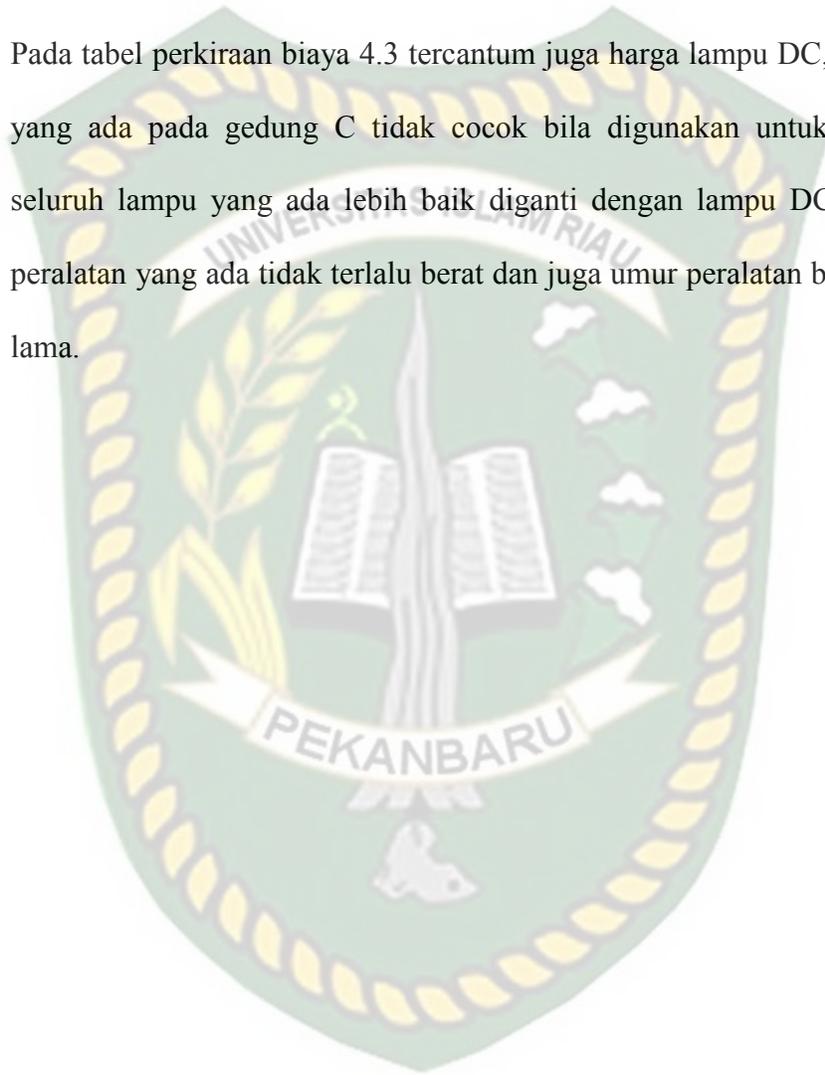
Adapun perkiraan biaya yang harus dikeluarkan untuk menambah komponen untuk PLTS.

Tabel 4.4 Perkiraan Biaya penambahan koponen PLTS

Nama Barang	Jumlah	Satuan	Harga		Total
Panel 200 WP	160	Pcs	2.600.000	/Pcs	416.000.000
Baterai	240	Pcs	2.300.000	/Pcs	552.000.000
Sec	3	Pcs	5.000.000	/Pcs	15.000.000
Lampu DC	96	pcs	68.000	/pcs	6.528.000
Total					989.528.000

Dari tabel 4.3 diatas dapat kita lihat besaran biaya yang dikeluarkan bila akan menambah jumlah panel surya, baterai, lampu dan SCC. Besaran biaya tersebut diatas adalah Rp 989.528.000.

Pada tabel perkiraan biaya 4.3 tercantum juga harga lampu DC, karena lampu yang ada pada gedung C tidak cocok bila digunakan untuk PLTS, maka seluruh lampu yang ada lebih baik diganti dengan lampu DC, agar kinerja peralatan yang ada tidak terlalu berat dan juga umur peralatan bisa lebih tahan lama.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa yang dilakukan pada pembangkit listrik tenaga surya pada gedung C Universitas Islam Riau didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya yang dihasilkan PLTS tidak mencukupi kebutuhan daya yang diperlukan oleh beban pada gedung.

Daya total yang dihasilkan PLTS kelompok A adalah : 135 863.39 watt/hari

Daya total yang dihasilkan PLTS kelompok B adalah : 64045.686 watt/hari

Daya total gedung adalah: 359802 watt jam

2. Supaya PLTS dapat menyuplai daya sesuai kebutuhan maka perlu dilakukan penambahan komponen:
 - a. panel surya sebanyak 160 keping
 - b. PLTS perlu menambah baterai sebanyak 240 buah.
 - c. Penambahan SCC sebanyak 3 pcs
3. Perkiraan biaya yang diperkirakan jika akan menambah panel surya, SCC dan baterai adalah sebesar Rp 989.528.000.

5.2 Saran

1. Pada jaringan PLTS Gedung Teknik UIR agar lebih di perhatikan kebersihan area panel surya karena pada kondisi di lapangan panel surya dalam keadaan berdebu tebal dan sedikit berlumut di bagian bawah panel surya
2. Upayakan ruangan batrai senantiasa dalam keadaan bersih dan tidak bocor, karena pada kondisi lapangan terjadi kebocoran pada *platpone* ruangan yang dapat membahayakan alat pada system panel surya yang di letakkan pada dinding ruangan
3. Lakukan pengecekan rutin pada jaringan agar system dapat bekerja maksimal sesuai spesifikasi yang di berikan pihak pemasang
4. Mohon di perhatikan keamanan ruang batrai agar system pada jaringan dalam keadaan aman.
5. Perlunya penggantian seluruh lampu yang ada pada gedung sebanyak 96 buah

DAFTAR PUSTAKA

1. ramadhan., (2016) *perencanaan pembangkit listrik tenaga surya diatap gedung harry hartono universitas trisakti*. Retrieved From.
<http://www.trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/semnas/articel/view/905>
2. Nico., (2010) *Studi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Interkoneksi Dengan Sumber Listrik Utama Pada Gedung Direktorat Jendral Ketenaga Listrikian Jakarta, Universitas 17 Agustus 1945*
[http://www.neliti.com/id/publications/259761/studi-pemanfaatan-pembangkit-listrik-tenaga-surya-interkoneksi-dengan-sumber lis](http://www.neliti.com/id/publications/259761/studi-pemanfaatan-pembangkit-listrik-tenaga-surya-interkoneksi-dengan-sumber-lis)
3. sudrajat Adjat ., (2007) *sistem-sistem pembangkit listrik tenaga surya*” BPPT PRESS
4. Hafid.,zainal., (2017) *analisa pembangkit listrik tenaga surya pulau balang lombo* Retrieved From
<http://e-jurnal.pnl.ac.id/index.php/litek/article/view/1231>
5. Eka.,rosmaliati.,ida (2014) *analisa unjuk kerja system fotovoltaik on-grid pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) gili terawangan*. Retrieved From
<http://dielektrika.unram.ac.id/index.php/dielektrika/article/view/47>
6. Hasan hasnawiya (2012) *perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau sugi*. Retrieved From
<https://core.ac.uk/download/pdf/25489720.pdf>
7. Direktorat jendral ESDM. *Panduan study kelayakan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat*
<http://ebtke.esdm.go.id/post/2019/03/04/2152/panduan.studi.kelayakan.pembangkit.listrik.tenaga.surya.plts.terpusat>