

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE SOLAR HOME SISTEM*  
MENGUNAKAN BATERAI *LITHIUM* SEBAGAI PENYIMPAN ENERGI



TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan diploma tiga  
(D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

FADHIL FARID 342 19 051

YOGI LIMBONG 342 19 066

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2022

## HALAMAN PENGESAHAN

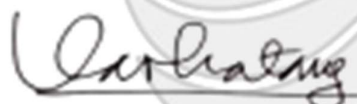
Tugas Akhir ini dengan judul "**Rancang Bangun *Prototype Solar Home Sistem Menggunakan Baterai Lithium Sebagai Penyimpan Energi***" oleh Fadhil Farid NIM 342 19 051 dan Yogi Limbong NIM 342 19 066 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar diploma tiga (D-3) pada program studi D3 Teknik Konversi Energi jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2022

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II



**Marhatang, S.ST., M.T.**  
NIP. 19741117 200212 1 002



**Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T.**  
NIP. 19900311 201903 1 015

Mengetahui

Koordinator Program Studi



**Sri Suwasti, S.ST., M.T**  
NIP. 19741123 200112 2 001

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini Selasa, 27 September 2022, Tim Penguji Ujian Sidang Tugas Akhir telah menerima dengan baik Tugas Akhir oleh mahasiswa Fadhil Farid NIM 34219051 dan Yogi Limbong NIM 34219066 dengan judul **"Rancang Bangun Prototype Solar Home Sistem Menggunakan Baterai Lithium Sebagai Penyimpan Energi"**.

Makassar, 27 September 2022

Tim Penguji Seminar Tugas Akhir:

1. Apollo, S.T., M.Eng Ketua (  )
2. Sonong, S.T., M.T Sekretaris (  )
3. Ir. Andareas Pangkung, M.T Anggota I (  )
4. Prof. A.M.Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng Sc., Ph.D. Anggota II (  )
5. Marhatang, S.ST., M.T. Pembimbing I (  )
6. Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T Pembimbing II (  )

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh, Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga Tugas Akhir yang berjudul **“Rancang Bangun *Prototype Solar Home Sistem Menggunakan Baterai Lithium Sebagai Penyimpan Energi*”** dapat terselesaikan sebagaimana mestinya.

Selama penulisan Tugas Akhir ini, banyak hal yang penulis alami baik suka maupun duka. Maka pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas bimbingan, perhatian dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis, antara lain:

1. Kedua orang tua tercinta, juga kepada saudara-saudara kami yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, bantuan materi serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof.Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. selaku Kordinator Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Marhatang, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama.
6. Bapak Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T selaku Dosen Pembimbing Kedua

7. Ibu Nur Rahmah H. Anwar, S.T., M.T. selaku Wali Kelas 3C D-3 Teknik Konversi Energi.
8. Segenap dosen Jurusan Teknik Mesin pada umumnya dan Program Studi Teknik Konversi Energi pada khususnya yang selama kurun waktu 3 tahun dengan ikhlas dan penuh kerelaan hati telah mendidik dan mengajar kami, serta para staf dan teknisi Program Studi Teknik Konversi Energi.
9. Seluruh teman-teman seperjuangan D-3 Teknik Konversi Energi untuk kerjasama yang telah dilakukan dalam melewati proses pembelajaran selama tiga tahun di Politeknik Negeri Ujung Pandang.
10. Ucapan terima kasih dan penghargaan juga disampaikan kepada keluarga besar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembacanya.

Wassalamu'alaikumussalam Warahmatullah Wabarakatuh.

Makassar, September 2022

Penyusun

## DAFTAR ISI

hlm.

SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PENERIMAAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
SURAT PERNYATAAN.....	x
RINGKASAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan .....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	4
2.2 PLTS <i>off grid</i> .....	5
2.3 <i>Solar Home System</i> (SHS).....	7
2.4 Baterai Lithium.....	9
2.5 Komponen SHS .....	11

## BAB III METODE KEGIATAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kegiatan .....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.3 Prosedur Kerja .....	20
3.4 Langkah-Langkah Pengujian Alat .....	27
3.5 Pengumpulan Data .....	28
3.6 Metode Analisis Data .....	28

## BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Analisa Beban dan Komponen SHS .....	30
4.2 Hasil Rancang Bangun SHS .....	33
4.3 Hasil Pengujian .....	35
4.4 Analisa Data .....	37
4.5 Tabel Hasil Analisa .....	41
4.6 Grafik dan Pembahasan .....	43

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran .....	47

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	hlm.
Gambar 2.1 Diagram aliran energi pada siang hari.....	5
Gambar 2.2 Diagram aliran energi pada siang hari kondisi mendung .....	6
Gambar 2.3 Diagram aliran energi pada malam hari.....	6
Gambar 2.4 Instalasi SHS <i>off-grid</i> .....	7
Gambar 2.5 Prinsip Kerja dari SHS <i>off-grid</i> .....	9
Gambar 2.6 Baterai Lithium.....	11
Gambar 2.7 Contoh Panel Surya .....	12
Gambar 2.8 Struktur Panel Surya .....	12
Gambar 2.9 Diagram Blok Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	13
Gambar 2.10 Solar Charge Controller.....	14
Gambar 2.11 Baterai Pack Lithium .....	15
Gambar 2.12 Inverter.....	15
Gambar 2.13 Panel Box dan Isinya .....	16
Gambar 2.14 Mounting Bracket Solar Sel.....	16
Gambar 2.15 Battery Management System .....	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan.....	21
Gambar 3.2 Konstruksi Dudukan Panel Surya.....	22
Gambar 3.3 Rangkaian Baterai Lithium Ion .....	23
Gambar 3.4 Konstruksi Beban SHS .....	23
Gambar 3.5 Blok Diagram SHS .....	24
Gambar 4.1 Dudukan Panel Surya.....	33



Gambar 4.2 Dudukan Beban .....	34
Gambar 4.3 Hasil Perakitan Baterai Lithium dengan BMS .....	34
Gambar 4.4 Grafik Charging Persentase VS Efisiensi .....	43
Gambar 4.5 Grafik berbeban Efisiensi VS Pout.....	44
Gambar 4.6 Grafik berbeban Persentase dan energi.....	45



## DAFTAR TABEL

	hlm.
Tabel 3.1 Alat yang digunakan.....	18
Tabel 3.2 Komponen Utama .....	19
Tabel 3.3 Komponen Tambahan .....	20
Tabel 3.4 Spesifikasi Panel Surya .....	25
Tabel 3.5 Data yang diambil dalam pengujian.....	28
Tabel 4.1 Perencanaan Beban .....	30
Tabel 4.2 Spesifikasi Panel Surya .....	31
Tabel 4.3 Spesifikasi SCC.....	32
Tabel 4.4 Spesifikasi Baterai.....	33
Tabel 4.5 Pengujian Real Kapasitas Baterai .....	35
Tabel 4.6 Pengujian Charging baterai Lithium .....	35
Tabel 4.7 Pengujian Berbeban Siang Hari .....	35
Tabel 4.8 Pengujian Berbeban Malam Hari.....	36
Tabel 4.9 Hasil Analisa data Charging Baterai .....	41
Tabel 4.10 Hasil Analisa data Berbeban siang Hari.....	41
Tabel 4.11 Hasil Analisa data Berbeban malam Hari.....	42

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadhil Farid

NIM : 342 19 051

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "Rancang Bangun *Prototype Solar Home Sistem Menggunakan Baterai Lithium Sebagai Penyimpan Energi*" merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 27 September 2022



Fadhil Farid  
NIM 342 19 051

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yogi Limbong

NIM : 342 19 066

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "Rancang Bangun *Prototype Solar Home Sistem Menggunakan Baterai Lithium Sebagai Penyimpan Energi*" merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 27 September 2022



Yogi Limbong  
NIM 342 19 066

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE SOLAR HOME SISTEM***  
**MENGGUNAKAN BATERAI *LITHIUM* SEBAGAI PENYIMPAN ENERGI**

**RINGKASAN**

Energi merupakan kebutuhan utama sepanjang peradaban umat manusia. Peningkatan kebutuhan energi dapat menjadi indikator peningkatan kemakmuran, namun pada saat yang sama menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya. Sumber energi alternatif adalah sumber energi yang dapat diperbaharui. Salah satunya adalah *solar home system* (SHS). Teknologi yang memanfaatkan energi matahari untuk diubah menjadi listrik.

Sistem ini digunakan untuk sistem listrik pedesaan. Dalam pemanfaatan SHS memerlukan baterai sebagai media penyimpanan energi yang dihasilkan dari modul photovoltaic (PV). Sistem kerja baterai yaitu dengan cara mengisi daya atau charging dari energi listrik yang dibangkitkan oleh PLTS lalu di salurkan ke baterai dalam bentuk energi kimia dan nantinya akan dikonversikan kembali menjadi energi listrik untuk digunakan atau discharging untuk mensuplai daya sesuai kebutuhan. Pada sistem SHS dari teknologi baterai *lithium*. Selain ramah lingkungan, *round-trip efficiency* nya cukup bagus dari pada lead-carbon yaitu sebesar 92-96% dengan tingkat DOD sebesar 100%.

Diperoleh Prototype Solar Home System yang menggunakan baterai Lithium sebagai Penyimpan Energi. Hasil rata-rata daya pengisian baterai sebesar 21.09 watt. Dengan tegangan tertinggi pengisian baterai di atur di 14,08 vdc. Dan laju arus pengisian tertinggi 1,37 amper, dengan tingkat efisiensi pengisian baterai tertinggi adalah 12%, walaupun tegangan yang di hasilkan oleh panel surya meningkat, namun tegangan pengisian tetap stabil karena di regulasi oleh *solar charger controller* dan *battery management system* sehingga tidak akan merusak baterai.

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan utama sepanjang peradaban umat manusia. Peningkatan kebutuhan energi dapat menjadi indikator peningkatan kemakmuran, namun pada saat yang sama menimbulkan masalah dalam usaha penyediaannya. Dengan kian menipisnya cadangan minyak bumi di Indonesia, pemanfaatan energi alternatif nonfosil harus ditingkatkan. Ada beberapa energi alam sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan persediaanya tidak terbatas yang dikenal dengan energi terbarukan. Diantaranya adalah energi surya, angin, gelombang, dan perbedaan suhu air laut. (Soelistio, 2016)

Kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari ribuan pulau menyebabkan masih banyaknya daerah terpencil yang belum terjangkau listrik PLN. Oleh karena itu, penerapan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk memanfaatkan potensi energi surya tersedia dilokasi-lokasi tersebut merupakan solusi yang tepat.

Sumber energi alternatif adalah sumber energi yang dapat diperbaharui. Salah satunya adalah *solar home system* (SHS). Teknologi yang memanfaatkan energi matahari untuk diubah menjadi listrik.

Sistem ini digunakan untuk sistem listrik pedesaan. Dalam penggunaan SHS biasanya ditempatkan diatap rumah sehingga memperoleh radiasi matahari secara langsung tanpa ada halangan.

Dalam pemanfaatan SHS memerlukan baterai sebagai media penyimpanan energi yang dihasilkan dari modul photovoltaic (PV). Sistem kerja baterai yaitu dengan cara mengisi daya atau charging dari energi listrik yang dibangkitkan oleh PLTS lalu di salurkan ke baterai dalam bentuk energi kimia dan nantinya akan dikonversikan kembali menjadi energi listrik untuk digunakan atau discharging untuk mensuplai daya sesuai kebutuhan.

Baterai yang kebanyakan digunakan sekarang adalah baterai jenis baterai valve regulated lead acid (VR LA) jenis lead-carbon. Baterai Jenis ini memiliki *round-trip efficiency* sebesar 90-95% dan tingkat deep of discharge (DOD) sebesar 80%. Baterai Jenis ini memang tidak ramah lingkungan karena menghasilkan asam timbal. Oleh sebab itu dilakukan pengembangan baterai pada sistem SHS dari teknologi baterai *lithium*. Selain ramah lingkungan, *round-trip efficiency* nya cukup bagus dari pada lead-carbon yaitu sebesar 92-96% dengan tingkat DOD sebesar 100%

Dengan alasan-alasan diatas maka penulis membuat suatu karya Tugas Akhir yang berjudul : **“Rancang Bangun *Prototype Solar Home Sistem* Menggunakan Baterai *Lithium* Sebagai Penyimpan Energi”**

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dikemukakan beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang skema, membuat rangkaian, dan kebutuhan komponen *Solar Home Sistem*?..
2. Bagaimana daya yang dihasilkan *Solar Home System* (SHS)?..
3. Bagaimana fungsi kerja dari baterai *Lithium* sebagai penyimpan energi?...

## 1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Pada rancang bangun ini, pembahasan dibatasi pada batasan-batasan berikut ini:

1. Sistem pembangkitan energi terbarukan PLTS;
2. Spesifikasi alat pada rangkaian SHS;
3. Perhitungan ekonomis pembangunan *Solar Home System* (SHS) diabaikan;
4. Rugi-Rugi daya tidak diperhitungkan;
5. Jenis *Photovoltaic* yang digunakan pada SHS ini adalah jenis *Polycrystalline*.
6. Jenis Baterai yang digunakan Li-Ion MS-18650 1200mAh 3,7V

## 1.4 Tujuan Dan Manfaat Kegiatan

### 1.4.1 Tujuan Kegiatan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka adapun yang menjadi tujuan dari kegiatan ini sebagai berikut:

1. Mengetahui cara merancang skema, membuat rangkaian, dan kebutuhan komponen *Solar Home Sistem*;
2. Mengetahui daya dan efisiensi yang dihasilkan *Solar Home System (SHS)*.
3. Mengetahui bagaimana Fungsi Kerja dari Baterai *Lithium* sebagai penyimpan energi.

### 1.4.2 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat yang didapatkan dari kegiatan ini yaitu sebagai berikut :

1. Memberikan pengetahuan dan keterampilan;
2. Bermanfaat bagi para pembaca terkhusus kalangan mahasiswa Program Studi Tekni Konversi energi dalam penggunaan PLTS sebagai penyuplai tenaga listrik;
3. Dapat menjadi bahan Pustaka dan teori tambahan untuk bahan ajar bagi mahasiswa Politeknik Negeri Ujung Pandang.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

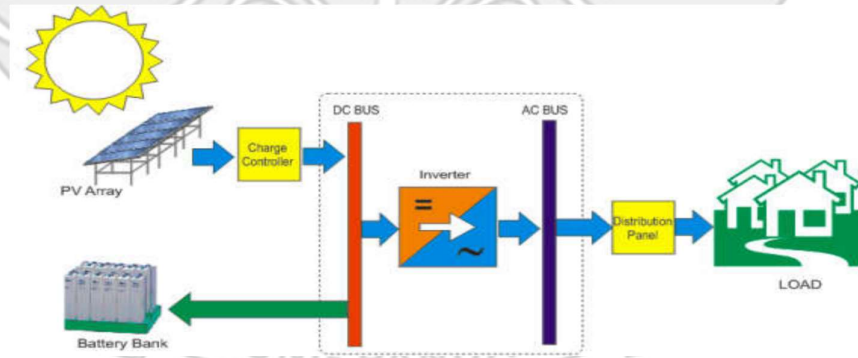
Suatu pembangkit energi listrik yang memanfaatkan energi dari cahaya matahari menuju ke sel surya dapat mengubah suatu radiasi cahaya foton matahari menjadi energi listrik adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Unjuk kerja PLTS sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor lingkungan, faktor temperature PV modul, faktor kondisi cuaca lingkungan dan faktor Intensitas cahaya matahari. Sel surya yang mendapat penyinaran sinar matahari merupakan salah satu sumber energi yang sangat menjanjikan. Dalam keadaan puncak atau saat posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan sel surya seluas satu meter persegi akan mampu menghasilkan energi listrik 900 hingga 1000 Watt.

Sel surya adalah beberapa lapisan tipis dari suatu bahan semikonduktor silikon (Si) murni, dan bahan semikonduktor lainnya. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk menghasilkan energi listrik yaitu membutuhkan listrik DC yang dihasilkan oleh cahaya matahari, selanjutnya terhubung dengan inverter untuk diubah menjadi listrik AC, saat cuaca mendung dan selama cahaya matahari masih ada maka PLTS masih dapat menghasilkan energi listrik. PLTS merupakan suatu pencatu daya, bisa dirancang sebagai mencatu kebutuhan listrik dalam skala kecil maupun skala besar, untuk secara mandiri ataupun untuk *hybrid* (dikombinasikan dengan beberapa sumber energi lain), baik menggunakan metode desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) maupun menggunakan metode sentralisasi (listrik didistribusikan dengan jaringan kabel). Energi terbarukan yang energinya tidak habis-habis dan memanfaatkan energi cahaya matahari sebagai sumber energi utamanya, ramah lingkungan dan tanpa menimbulkan suara bising ataupun limbah itu adalah PLTS. (Akhmad, 2009). Contoh penerapan dari PLTS sendiri adalah *Solar Home System*, Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Lampu Penerangan Rumah, Lampu penerangan tenaga surya (PJU), dan Sistem ventilasi serta masih banyak lagi contoh pemanfaatan dari PLTS. (Zulkifli, 2012)

## 2.2 PLTS *off grid*

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid* adalah suatu sistem pembangkit listrik alternative untuk suatu daerah-daerah terpencil atau daerah-daerah pedesaan yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Sulitnya akses dan mobilisasi ke lokasi menjadikan biaya investasi pengembangan jaringan listrik atau pembangkit konvensional menjadi besar, serta biaya operasional dan pemeliharaan yang sedikit akibat sulitnya jalur transportasi menuju lokasi. Sistem PLTS *Off-Grid* mengandalkan energi matahari sebagai satusatunya sumber listrik sehingga aman dari polusi atau tidak mencemari udara, dengan 3 perubahan pencahayaan dan tentunya berpengaruh juga pada tegangan keluaran dari panel surya dan juga merubah sistem saat pada hari dimana kondisi ada matahari namun belum seutuhnya bisa mensuplai beban ditunjukkan pada gambar 2.1, kemudian pada saat siang hari dimana panel surya dapat mensuplai beban dan juga mengisi ke baterai ditunjukkan pada gambar 2.2, serta pada saat malam hari dimana seluruh beban disuplay oleh baterai ditunjukkan oleh 2.3. Secara umum mode operasi PLTS Sistem *Off-Grid* dapat diuraikan sebagai berikut:

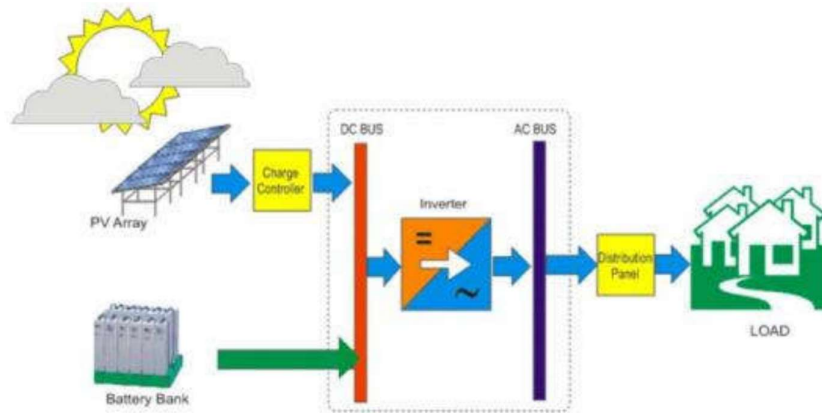
### Pagi Hari Saat Energi PV > Kebutuhan Beban



Gambar 2.1. Diagram aliran energi pada siang hari

Sumber: <https://tmlenergy.co.id/wp.../01/-Off-Grid-PV-System.pdf>

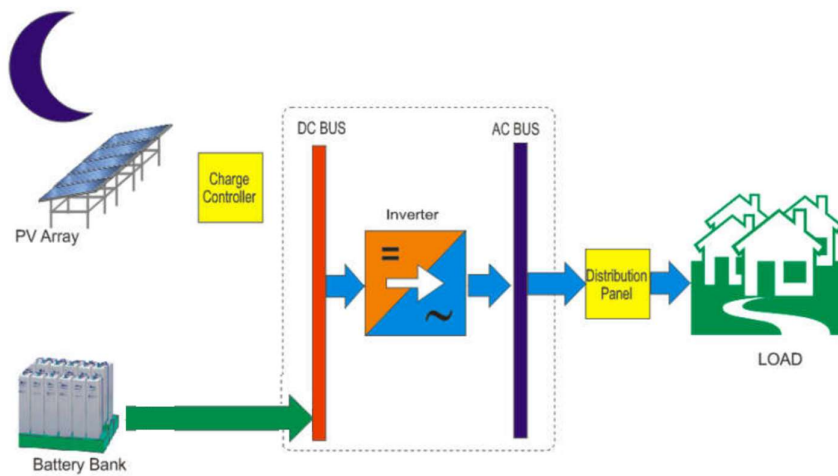
### Siang Hari Saat Energi PV < Kebutuhan Beban



Gambar 2.2. Diagram aliran energi pada siang hari kondisi mendung

Sumber:<https://tmlenergy.co.id>

### Malam Hari



Gambar 2.3. Diagram aliran energi pada malam hari

Sumber:<https://tmlenergy.co.id>

### 2.3 Solar Home System (SHS)

PLTS untuk skala rumah tangga umumnya disebut *Solar Home System*, sistem ini ada yang terhubung dengan jala-jala listrik dan ada yang mandiri. Solar Home System tersusun atas komponen utama seperti; panel surya, baterai, charge controller, inverter (untuk beban AC), dan beban itu sendiri. (Rohman, 2012)

*Solar Home Sistem* adalah sistem pembangkit listrik yang berdiri sendiri yang memanfaatkan prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga surya, cocok untuk aplikasi residen seperti peralatan rumah, penerangan, komputer, dan pipa air yang terbuat dari solar panel, solar charge controller, inverter dan baterai. Sistem ini pada model rumah moder ditunjukkan pada gambar 2.4 Sistem ini merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan, tidak menghasilkan radiasi elektromagnetik, serta mudah dalam instalasi dan perawatannya. Jumlah energi yang dihasilkan bergantung pada intensitas cahaya matahari dan jumlah modul surya yang dipasang. (Joomla, 2018)



Gambar 2.4 Instalasi SHS *Off Grid*

Sumber : <https://www.chinasupersolar.com>

Panel surya yang banyak digunakan untuk *Solar home system* dalam skala kecil ini biasanya bervariasi dari 50 watt – 200 watt. Baterai dibutuhkan dalam pembangkit ini dengan tujuan pada saat malam hari ataupun selama cuaca hujan sehingga tidak terdapat sinar matahari, listrik masih dapat dimanfaatkan.

Instalasi *Solar Home System* (SHS) ada dua macam, yaitu *off grid* (*stand alone*) serta *on grid*. *Off grid* adalah instalasi SHS dengan membuat jaringan tersendiri

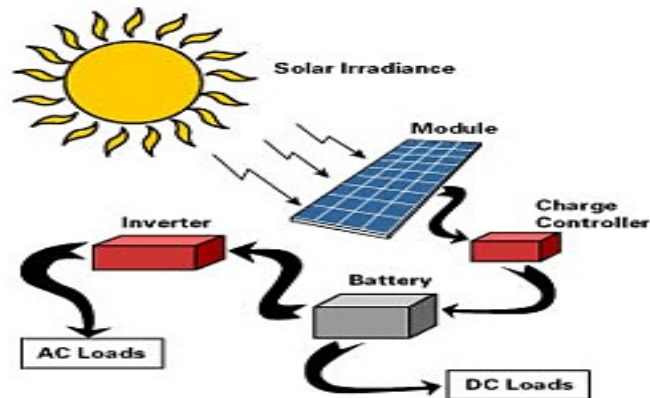
yang berbeda dengan jaringan listrik dari PLN. sedangkan instalasi *on grid* maka jaringan listrik SHS dan PLN terhubung menjadi satu.

### 2.3.1 Konsep Kerja *Solar Home System*

Pada dasarnya *Solar Home System* adalah bentuk aplikasi dari tenaga surya, pembangkit listrik tenaga surya itu konsepnya sederhana. Yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik, cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam. Sumber daya alam matahari sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik di satelit komunikasi panel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energi listrik dalam yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tanpa ada bagian yang berputar dan tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga sistem sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Dibandingkan generator listrik ada yang berputar dan memerlukan bahan bakar untuk dapat menghasilkan listrik, suaranya bising. Selain itu gas buang yang dihasilkan dapat menimbulkan efek gas rumah kaca (*green house gas*) yang pengaruhnya dapat merusak ekosistem makhluk hidup di muka bumi.

Sistem sel surya yang digunakan dipermukaan bumi terdiri dari panel surya, rangkaian kontroler pengisian (*charger controller*) dan aki (baterai) 12 Volt yang *maintenance free*. Konsep kerja dari SHS tunjukkan pada gambar 2.5 dimana panel surya merupakan modul yang terdiri dari beberapa sel surya yang digabung dalam hubungan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. yang sering digunakan adalah modul 50Wp. modul surya itu menghasilkan energi listrik yang proposional dengan luas permukaan panel yang terkena sinar matahari.

Rangkaian *controller* pengisian aki dalam sistem sel surya itu merupakan rangkaian elektronik yang mengatur proses pengisian akinya. kontroler ini dapat mengatur tegangan aki dalam selang tegangan 12 Volt  $\pm 10\%$ . (Technology, 2022)



Gambar 2.5 Prinsip Kerja dari SHS *off grid*

Sumber : <https://tenagamatahari.wordpress.com/>

### 2.3.2 Keuntungan SHS

*Solar Home System* (SHS) ini menghasilkan energi listrik yang independen (tidak bergantung kepada listrik pln atau Genset) dengan mengoptimalkan pemanfaatan modul surya untuk menghasilkan energi listrik dari cahaya matahari semaksimal mungkin untuk memenuhi kebutuhan energi listrik rumah terutama penduduk di daerah terpencil.

Kelebihan SHS :

1. Mampu menyediakan energi listrik secara independent tanpa tergantung oleh listrik PLN
2. Durasi pemasangan/instalasi sangat cepat
3. Pengoperasian sangat mudah
4. Tidak menimbulkan polusi suara & ramah lingkungan
5. Sangat cocok diaplikasikan untuk rumah-rumah penduduk di pedesaan (daerah terpencil)

### 2.4 Baterai Lithium

Baterai lithium-ion merupakan salah satu jenis baterai sekunder (*rechargeable battery*) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan yang berbahaya seperti baterai-baterai yg berkembang lebih dahulu yaitu baterai NI-Cd dan Ni-MH. Baterai ini memiliki

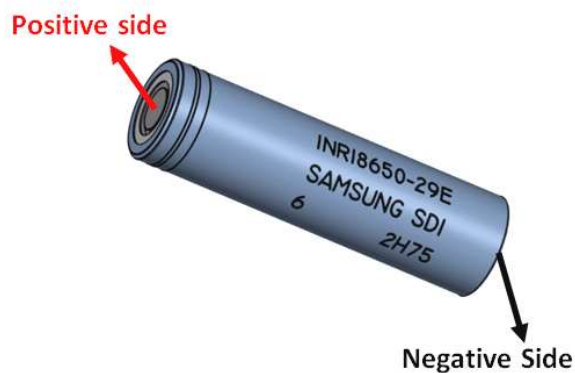
kelebihan dibandingkan baterai sekunder jenis lain, yaitu memiliki stabilitas penyimpanan energi yang sangat baik (daya tahan sampai 10 tahun atau lebih), energi densitas tinggi, tidak ada memori efek dan berat yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan baterai jenis lain. Sehingga dengan berat yang sama energi yang dihasilkan baterai lithium dua kali lipat dari baterai jenis lain.

Baterai adalah suatu sel elektrokimia yang mengubah dari energi kimia menjadi energi listrik. Salah satu jenis baterai yang saat ini berkembang adalah *Lithium-Ion Battery* atau baterai lithium ion. Bagian utama yang menyusun *Lithium-Ion Battery* yaitu elektroda negatif (anoda), elektroda positif (katoda), elektrolit dan separator. Pada tahun 1970 M.S. Whittingham melakukan penelitian pada *Lithium-Ion Battery* dengan logam lithium sebagai anoda ditunjukkan pada gambar 2.6. Pada tahun 1980, Rachid Yazami mengganti logam lithium pada anoda dengan material lain, yaitu grafit. Penggantian material dari logam lithium menjadi grafit memberikan pengaruh pada performa *lithium-Ion battery* sehingga dapat diisi ulang/*rechargeable batteries*. (Perdana, 2020)*Lithium-Ion Battery* atau baterai lithium ion merupakan salah satu jenis baterai sumber arus sekunder yang dapat diisi ulang. Pada saat ini, *Lithium-Ion Battery* menjadi baterai yang sangat dibutuhkan antara lain untuk kebutuhan energi listrik pada telepon seluler (ponsel), mp3 *player* dan lain-lain. Selain itu, saat ini *Lithium-Ion Battery* sangat dibutuhkan khususnya untuk kendaraan yang sumber energinya dari energi listrik/*electric vehicle*.

Permintaan baterai *Lithium-Ion Battery* dari tahun ke tahun selalu meningkat dan juga permintaan akan kemampuan menyimpan energi yang lebih lama dan juga siklus hidup yang meningkat, itu semua berkaitan dengan perkembangan dunia industri elektronika dan telekomunikasi yang berkembang sedemikian cepat. misalnya telepon selular, komputer tablet ataupun mobil listrik. *Lithium-Ion Battery* adalah baterai dapat menyimpan energi listrik dalam jangka waktu yang panjang, sebagai salah satu contohnya dalam penggunaannya dalam menyimpan energi dari panel surya dan salah satu faktor yang mempengaruhi sifatnya adalah kualitas bahan elektroda (anoda/katoda), di samping faktor lainnya. Dan salah satu



usaha untuk memperbaiki performa dari baterai, maka salah satu jalannya adalah memperbaiki kualitas dari elektroda yang digunakan.



Gambar 2.6 Baterai Lithium

Sumber : <https://components101.com/batteries/18650-lithium-cell>

## 2.5 Komponen *Solar Home System (SHS)*

### 2.4.1 *Solar cell*/Panel Surya

Sel Surya (*Solar Cell*) merupakan suatu perangkat atau juga komponen yang bisa mengubah energi cahaya matahari itu menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *Photovoltaic* ditunjukkan pada gambar 2.7. Yang dimaksud dari Efek *Photovoltaic* ini ialah suatu fenomena yang mana munculnya tegangan listrik itu disebabkan karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh sebab itu, Sel Surya ini sering disebut dengan sebutan Sel *Photovoltaic* (PV). Efek dari *Photovoltaic* tersebut ditemukan oleh yang bernama Henri Becquerel ditahun 1839.

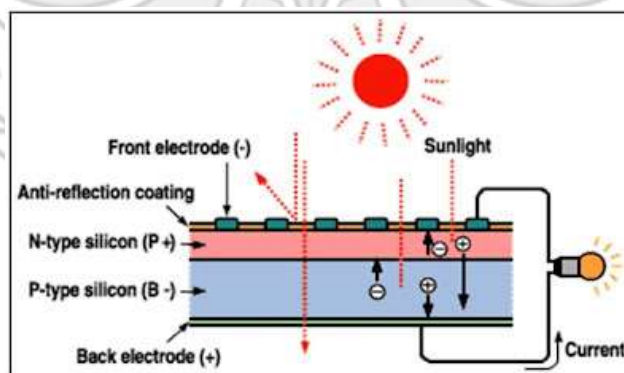




Gambar 2.7 Contoh Panel Surya

Sumber : <https://www.gurupendidikan.co.id>

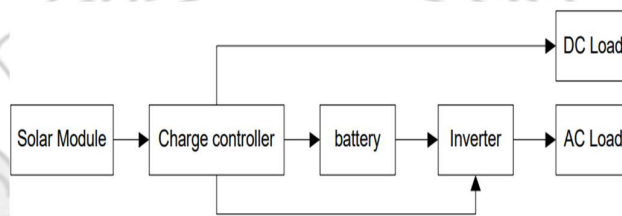
Arus listrik tersebut muncul disebabkan oleh karna adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N serta tipe P untuk mengalir. Struktur dari bagian cell panel surya ditunjukkan pada gambar 2.8 dimana layaknya Dioda Foto (*Photodiode*), Sel Surya (*Solar Cell*) ini pun juga mempunyai kaki Positif serta kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau juga perangkat yang memerlukan sumber listrik.



Gambar 2.8 Struktur Panel Surya

Sumber : <http://jendeladenngabei.blogspot.com>

Fotovoltaik merupakan sebuah proses untuk mengubah energi cahaya menjadi listrik. Ketika ada satu atau lebih foton yang masuk ke dalam sel surya yang terdiri dari lapisan semikonduktor, maka akan menghasilkan pembawa muatan bebas berupa elektron dan *hole*. Foton yang masuk berasal dari radiasi sinar matahari. Jika pembawa muatan dapat mencapai daerah ruang muatan sebelum terjadi rekombinasi, maka akibat oleh medan listrik yang ada akan dipisahkan dan dapat bergerak menuju kontaktor. Jika terdapat kawat penghubung antar kontaktor, maka dapat dihasilkan arus. (Mah, 1998)



Gambar 2.9 Diagram Blok Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Dari gambar 2.9 dijelaskan bahwa Energi sinar matahari yang dikonversi menjadi energi listrik oleh modul akan disalurkan ke *charger control* untuk mengatur pengisian energi listrik pada baterai. Dari *charger controller* ini bisa juga langsung di gunakan untuk beban DC atau langsung masuk ke inverter untuk dirubah menjadi arus AC. Selanjutnya Energi listrik yang dihasilkan baterai akan dikonversi oleh inverter dari arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) sehingga dapat dimanfaatkan pada beban. Kondisi meteorologi yang paling dominan dalam mendesain sistem SHS adalah besarnya radiasi harian (Wh/m<sup>2</sup> hari), serta temperatur sekeliling, sedangkan kelembaban dan kecepatan angin tidak terlalu banyak berpengaruh. (Ir. Sardono Sarwito, 2016)

#### 2.4.2 Solar Charge Controller (SCC)

*Solar Charge Controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur proses pengisian aki/baterai ataupun beberapa baterai. Beberapa baterai dirangkai menjadi satu disebut battery bank. Alat ini bisa disingkat SCC dan mempunyai nama lain di pasaran sebagai BMS (*Battery Management System*). Contoh bentuk dari SCC ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Solar Charge Controller

Sumber : <https://www.amazon.de>

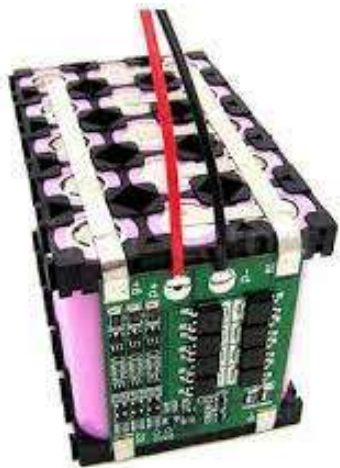
SCC berfungsi mengatur tegangan DC yang dihasilkan oleh panel surya yang dikirim ke aki atau baterai. Jadi setelah panel surya menghasilkan listrik tersebut akan disimpan ke dalam baterai, melalui SCC. Kontroler ini juga berfungsi sebagai alat yang mengatur tegangan aki/baterai agar tidak melampaui batas toleransi dayanya.

Selain fungsi diatas, SCC juga berfungsi untuk mencegah aliran arus balik aki/baterai ke arah panel surya, di saat panel tidak mengalirkan arusnya, misalnya pada malam hari, atau pada saat hujan atau mendung. Ini menghindari supaya baterai tidak terkuras dayanya.

Disaat baterai atau rangkaian baterai sudah terisi penuh, maka aliran DC dari panel surya akan segera diputuskan, hal ini agar pengisian arus listrik ke baterai berhenti, supaya baterai tidak rusak akibat *overcharging* (kelebihan pengisian). Dan Tindakan ini menjadikan umur baterai menjadi Panjang. Jadi Fungsi inti dari SCC adalah mengendalikan proses pengisian listrik ke dalam baterai dengan membuka dan menutup aliran arus DC dari panel surya ke baterai.

### 2.4.3 Baterai

Baterai merupakan media penyimpan energi listrik. Penyimpanan energi listrik diperlukan apabila pemakaian energi listrik tidak dalam waktu yang bersamaan dengan waktu pembangkitannya. Baterai yang umum dipakai untuk PLTS adalah *lead-acid*, jenisnya antara lain; sel basah, gel, dan pelat tabung. Contoh dari susunan dari baterai lithium yang sudah dirangkai dengan BMS menjadi suatu baterai pack ditunjukkan pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Baterai Pack Lithium

Sumber : <http://elektrodalamkehidupan.blogspot.com/>

#### 2.4.4 Inverter

Inverter adalah alat untuk mengubah tegangan DC menjadi AC, hal ini dilakukan agar dapat menggunakan beban AC pada sistem pembangkit tegangan DC. Tiga jenis inverter yang ada dipasaran yakni; inverter gelombang sinus, gelombang sinus termodifikasi, dan inverter gelombang kotak. Contoh dari inverter 1000W ditunjukkan pada gambar 2.12



Gambar 2.12 Inverter

Sumber : <https://www.aturrumah.com/>

#### 2.4.5 Box Panel

Box panel adalah suatu kotak yang berfungsi sebagai tempat instrument sehingga terlindung dari cuaca buruk jika diluar ruangan dan juga gangguan kerusakan pada alat. Box Solar Panel yang Terdiri dari bagian komponen Inverter, *Controller*, Mcb, Terminal, stop kontak dan sakelar serta Wiring.

Berikut adalah contoh panel box dan instrument yang ada didalamnya ditunjukkan pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Panel Box dan isinya

Sumber : <http://www.panelsuryaglodok.com/>

#### 2.4.6 *Mounting Bracket/Dudukan Solar Cell*

Bracket solar cell merupakan dudukan yang fungsinya adalah untuk menopang atau membantu panel surya untuk mendapatkan tempat yang pas ketika menerima paparan sinar matahari. Dudukan atau bracket tersebut mengubah arah sinar matahari menuju ke panel surya (solar panel). Hal tersebut berpengaruh secara signifikan. Contoh dari dudukan solar cell yang terbuat dari baja ditunjukkan pada gambar 2.13



Gambar 2.14 *Mounting Bracket Solar Cell*

Sumber : <https://www.aturrumah.com/panel-surya/biaya-pasang>



#### 2.4.7 Baterai manajemen sistem (BMS)

Battery management system merupakan suatu sistem elektronik yang berfungsi untuk mengatur, memonitoring dan menjaga baterai dari suatu kondisi yang dapat menyebabkan kerusakan pada baterai. Mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fan Zhang tentang desain dan pengujian hybrid balancing dengan aktif balancing untuk tiap module dan pasif untuk tiap cell. Adapun pengujian dilakukan dengan menjalankan uji kecepatan balancing, uji akurasi SOC, dan uji akurasi balancing. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa sistem penyeimbang baterai berjalan namun sangat lamban. Sistem penyeimbang membutuhkan waktu 12 jam 54 menit untuk menyeimbangkan baterai dengan perbedaan tegangan 0.9V. sedangkan sistem monitoring baterai dapat memprediksi sisa tegangan dengan baik saat dilakukan charging dan discharging. Pada tahun 2016, Jun Xu membahas tentang pengoptimalan baterai manajemen sistem dari masalah gangguan. Akibat dari gangguan ini menyebabkan tidak maksimalnya performa dari baterai yang digunakan. Dalam konsepnya jenis gangguan tersebut dapat diprediksi dengan beberapa cara, dengan kata lain ketika terjadi gangguan, battery management system (BMS) harus segera mendeteksi gangguan apa yang terjadi pada baterai. Sistem BMS yang seharusnya dapat melindungi baterai dari berbagai macam gangguan dituntut cepat dan akurat dalam memberikan sinyal respon. Oleh karena itu dibutuhkan nilai resistor yang cukup besar yaitu sebesar 10k ohm. Dengan begitu nilai muatan pada tiap cell akan turun dan mengacu pada cell terendahnya. (Lubudi, 2020). Berikut ada contoh dari BMS 4S 40A ditunjukkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 : Baterai Management Sistem

## BAB III

### METODE KEGIATAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

Pembuatan dan pengujian alat dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu pembuatan dan pengujian alat ini dilakukan selama 7 bulan mulai bulan Maret 2022 sampai dengan September 2022.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada perancangan *Solar Home System* adalah sebagai berikut:

##### 3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini adalah sebagai berikut berikut:

Tabel 3.1 Alat yang digunakan

Peralatan	Kegunaan
Gerinda	Memotong Besi
Bor Listrik	Melubangi Plat
Mesin Las	Mengelas Sambungan besi
Mistar Siku	Mengukur
Meteran	Mengukur panjang dan jarak kabel
Tang	Memegang, mengencangkan baut dan mur
Voltmeter & Amperemeter (AC/DC)	Alat ukur
Wattmeter AC/DC	Alat ukur Daya
Bateraimeter	Mengukur sisa daya baterai
<i>Pyranometer</i>	Mengukur panjang dan jarak kabel
Multimeter	Pengganti Watt, Ampere, dan VoltMeter
Tang Ampere	Mengukur Tahanan

Kikir	Menghaluskan Permukaan Kasar dan Tajam
Palu	Menguatkan konstruksi
Obeng	Mengencangkan baut dan terminal baterai
<i>Inclinometer</i> /kompas	Menentukan arah dari panel
Amplas	Menghaluskan Permukaan Kasar dan Tajam

### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini sebagai berikut :

#### a). Komponen Utama

Tabel 3.2 Komponen utama SHS

Komponen	Spesifikasi	Jumlah
Panel Surya	150WP	1 set
SCC	12/24V – 20A	1 set
Battery	3,7V 6800mAh	1 set
BMS	3S 40A	1 pcs
Inverter	12V 500W Pure Sine Wave	1 set
Lampu AC	12 V 10W	5 pcs
Tv DC	12v 80W	1 pcs
MCB AC	2 A	1 pcs
MCB DC	40 A	1 pcs
Kabel Panel Surya	2 x 2,5mm	Sesuai Kebutuhan
Kabel Lampu DC	2 x 1,5mm	Sesuai Kebutuhan
Panel Box	Powder Coating	1 set



b). Komponen Tambahan

Tabel 3.3 Komponen Tambahan SHS

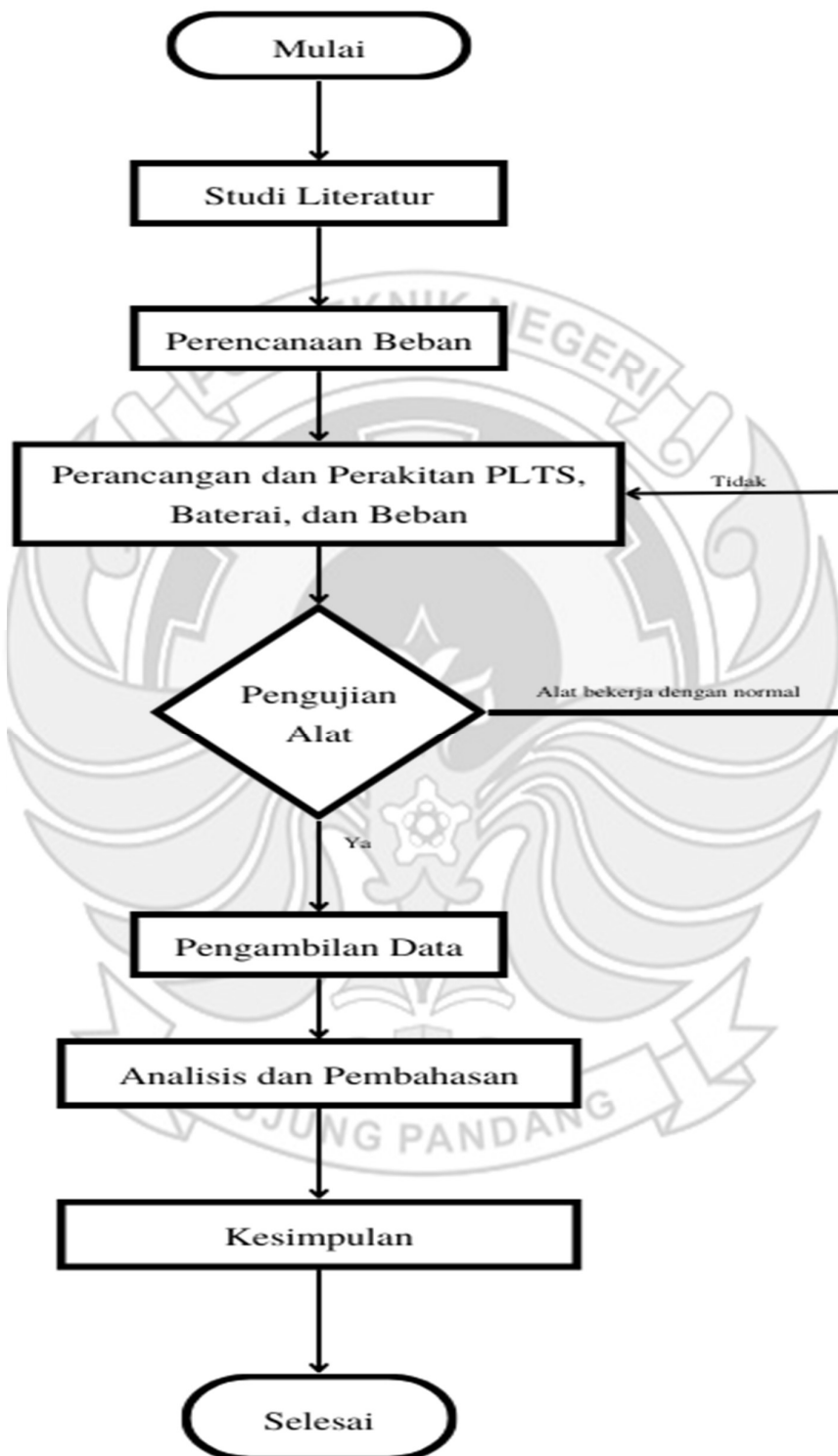
Bahan	Jumlah
Besi Hollow	1 buah
Besi Siku	1 buah
Penyangga baterai	1 buah
Kotak baterai	1 buah
Saklar on of	3 buah
Stop kontak	1 buah
Sepatu kabel	Tergantung kebutuhan
Konektor/terminal kabel	Tergantung kebutuhan
Klem kabel	Tergantung kebutuhan
Baut,mur,sekrup,dan paku	Tergantung kebutuhan
Fitting lampu	5 buah

### 3.3 Prosedur Kerja

#### 3.3.1 Studi Literatur

Pada tahap awal dilakukan peninjauan mengenai alat yang akan dirancang dan studi literatur untuk mengumpulkan sumber-sumber informasi yang mendukung dalam pengerjaan pengembangan rancangan bangun alat.

### 3.3.2 Diagram Alir Kegiatan



Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan

### 3.3.3 Tahap Perencanaan

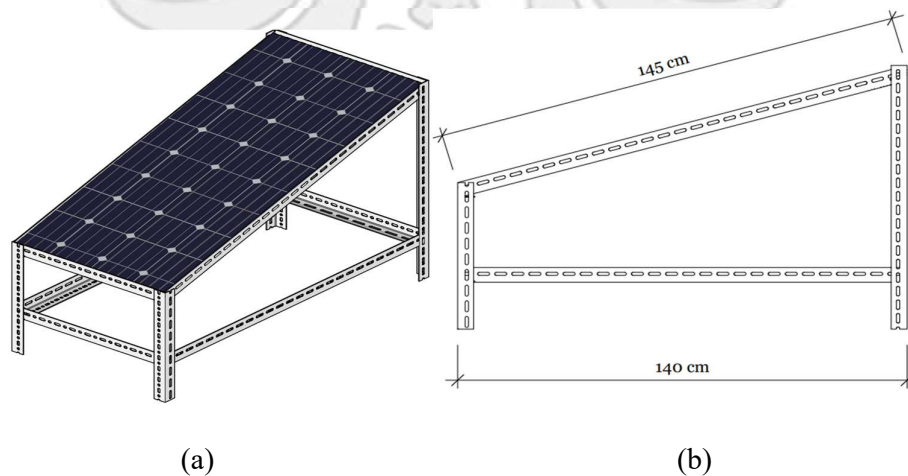
Penelitian ini membuat Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Solar Home System* (SHS) atau skala kecil yang dihitung dan dibuat untuk rumah di desa terpencil yang belum terjangkau oleh listrik PLN dengan menggunakan baterai Lithium sebagai penyimpan energi.

#### 3.3.3.1 Perencanaan Konstruksi

##### a. Konstruksi rangka panel surya

Kinerja panel surya di pengaruhi banyak faktor, salah satunya yaitu menentukan sudut kemiringan dari permukaan panel. Jika kemiringan panelnya tidak sesuai maka akan mempengaruhi radiasi matahari yang sampai ke permukaan panel. Oleh karena itu, Pada proses perancangan konstruksi rangka panel surya diperlukan ketelitian dalam menentukan sudut kemiringan panel surya, hal ini diperlukan supaya panel surya mendapatkan pancaran sinar matahari yang optimal di lokasi penelitian. Orientasi dan kemiringan panel surya di Lab konversi energi dengan titik koordinat  $5,12^\circ$  LS,  $119,48^\circ$  BT adalah sebagai berikut :

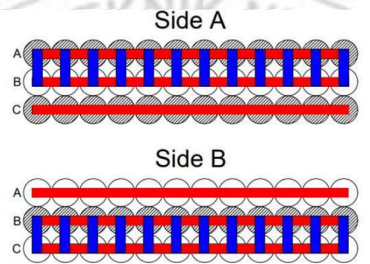
$$\begin{aligned}\alpha &= \delta - \text{lat} \\ &= 23,45^\circ - 5,12^\circ \\ &= 18,33^\circ\end{aligned}$$



Gambar 3.2 Konstruksi Dudukan Panel Surya

b. Perancangan susunan Cell baterai lithium dan BMS

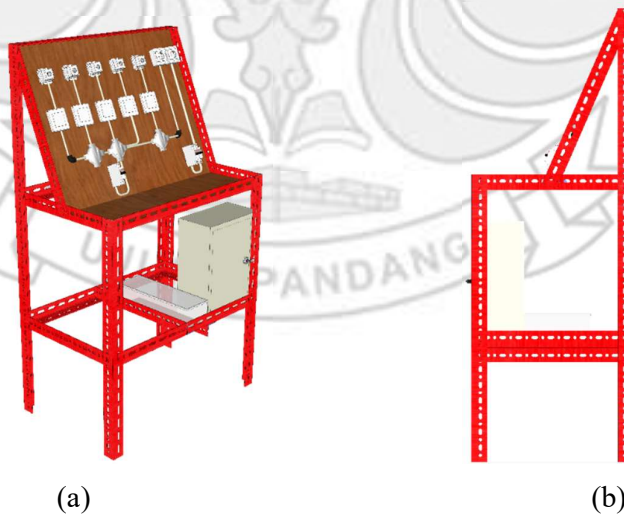
Tahapan Perancangan Susunan Cell Baterai Li-ion mengikut pada kapasitas real pada satu baterai. Dimulai dengan penyusunan Baterai dengan socket kemudian dengan disambungkan/dirangkai secara seri dan parallel untuk mendapatkan tegangan dan arus yang maksimal kemudian untuk memudahkan dalam management system pengisian dan pengurusan baterai BMS dipadang mengikuti tegangan tiap sisinya. Ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3.3 Rangkaian Baterai Lithium ion 18560

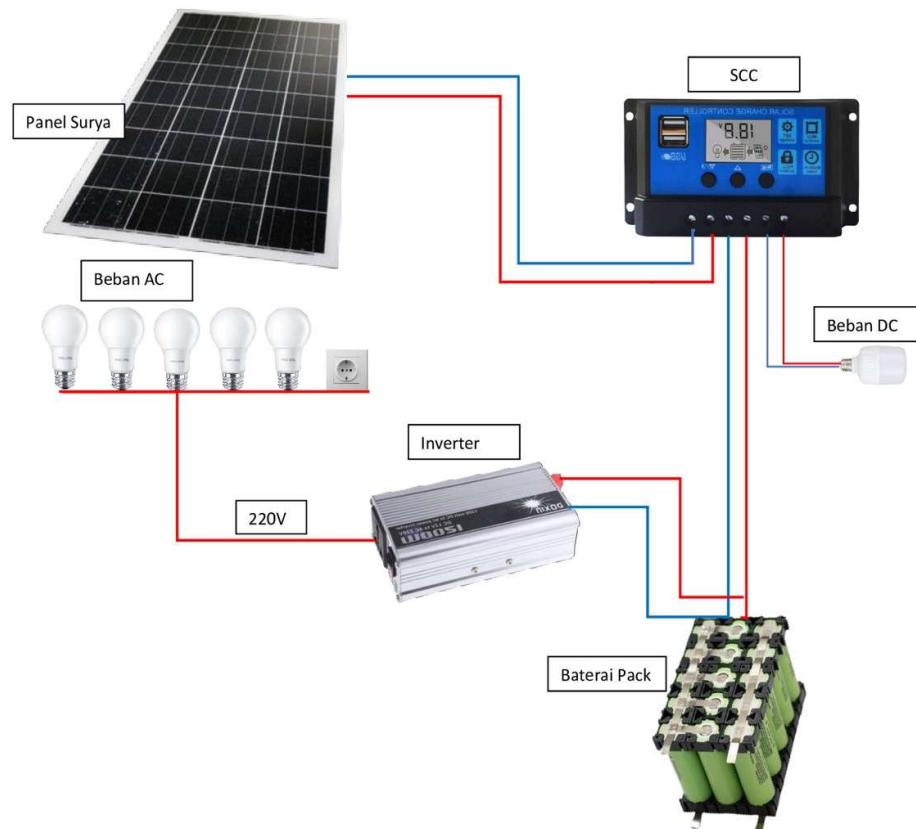
c. Perancangan Prototype Beban SHS

Perancangan Prototype beban SHS menjadi hal yang penting pada penelitian ini, dimana beban yang direncanakan dirangkai untuk memudahkan dalam pengujian.



Gambar 3.4 Konstruksi beban SHS, (a) Tampak 3D, (b) Tampak samping

#### d. Perencanaan Rangkaian Instrumen *Solar Home System*



Gambar 3.5 Blok Diagram SHS

#### 3.3.3.2 Spesifikasi Panel Surya

##### 1. Modul Panel Surya

Kapasitas sel surya yang terdiri dari 36 sel dimana setiap sel nya diasumsikan memiliki tegangan 4,5-5 Volt DC apabila terkena matahari terik. Spesifikasi modul panel surya 150 Wp *Poly-crystalline* yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.4 Spesifikasi panel surya

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Merk	Tesla
2	Power Maksimal (Pmax)	150 W
3	Tegangan (Vmp)	18,50V
4	Arus (Imp)	8,40 A
5	Tegangan Terbuka (Voc)	22,40 V
6	Arus Hubung singkat (Isc)	9,19 A
7	Dimensi	1400*680*35mm

Panel surya yang digunakan adalah dengan kapasitas 150 Wp dan asumsi penyinaran matahari 6 jam/hari (jam 9 pagi sampai jam 3 sore).

### 3.3.3.3 Perencanaan Kelistrikan

Perencanaan kelistrikan diawali dengan menghitung total beban atau energi yang akan digunakan saat beroperasi. Analisa data tersebut untuk menentukan jenis dan jumlah panel surya dan kapasitas baterai dan jumlah baterai yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan. Berikut skema perancangan kelistrikannya :

#### 1. Panel Surya

Jumlah Panel Surya yang harus disediakan untuk memenuhi kebutuhan kapasitas PLTS diperhitungkan terlebih dahulu menghitung kebutuhan beban yang akan dibutuhkan dan kemudian menghitung berapa daya yang dibangkitkan (*wattpeak*) PLTS yang ingin dirancang dengan rumus seperti berikut :

##### a. Menghitung Jumlah daya yang dapat dibangkitkan Solar Cell

Berdasarkan total beban pemakaian harian (*daily watt*) maka jumlah solar cell yang dibutuhkan yaitu

$$PWatt\ peak = \frac{Daily\ Watt}{Charging\ Effective} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

PWattpeak = Besar daya yang akan dibangkitkan PLTS (Wattpeak)

Daily Watt = Beban Harian (Watt)

Charging Effective = Waktu Optimal Penyinaran Solar cell (Hours)

b. Menghitung jumlah panel yang dibutuhkan

Berdasarkan perhitungan daya yang muncul pada Pembangkitan PLTS, maka jumlah PLTS yang akan digunakan adalah:

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{P_{\text{Wattpeak}}}{P_{\text{panel}}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana:

$P_{\text{Wattpeak}}$  = Besar daya yang akan dibangkitkan PLTS (Wattpeak)

$P_{\text{panel}}$  = Daya yang dapat dibangkitkan oleh panel surya

2. Solar Charge Controller

SCC yang digunakan harus dapat memperhitungkan besar kapasitas PLTS dan membagi dengan daya maksimum SCC. Dapat ditentukan batas minimum tegangan dan arus yang akan dirangkai seri atau paralel oleh panel surya ke SCC.

3. Baterai

Kapasitas Baterai yang digunakan dan dihitung dengan cara berikut:

$$C = \frac{P \text{ daya yang dibutuhkan} \times \text{autonomi days}}{Vs \times DOD \times \eta} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

C = Kapasitas baterai yang dibutuhkan (Ah)

DoD = Kedalaman Kapasitas yang dapat diambil dari Baterai

VS = Tegangan Sistem

Setelah mendapat kapasitas baterai yang dibutuhkan, untuk menentukan jumlah baterai yang dibutuhkan digunakan persamaan seperti berikut

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{\text{Kapasitas yang dibutuhkan}}{\text{Jumlah Daya baterai Lithi}} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

Jumlah daya baterai Lithium = Hasil penjumlahan Taip Cell baterai



#### 4. Inverter

Untuk memastikan kapasitas dan jumlah inverter yang akan digunakan dalam perencanaan ini, maka kapasitas inverter disesuaikan dengan tegangan dan arus keluaran dari PV array yang dirancang maupun daya keluaran PLTS, dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$\text{Daya output} = \text{Jumlah panel} \times \text{Daya Panel} \dots \dots \dots (3.5)$$

### 3.4 Langkah-Langkah Pengujian Alat

Setelah rancang bangun selesai maka akan dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dilakukan di Lab. Konversi Energi. Langkah-langkah Pengujian yang akan di lakukan adalah sebagai berikut: Pengujian Saat Charging baterai:

1. Menyiapkan Alat ukur yang akan digunakan ( Voltmeter, Amperemeter, Timer, dan Pyranometer)
2. Mengecek dan mengkalibrasi semua alat ukur
3. Pengujian dilakukan Pada jam 09,00 WITA-15.00 WITA
4. Pengambilan data dilakukan setiap 15
5. Pengambilan data seperti: Tegangan dan Arus keluaran Panel surya, Tegangan dan Arus Baterai, Tegangan dan Arus SCC, dan Gmatahari serta kapasitas baterai.

Pegujian Saat Berbeban siang hari:

1. Menyiapkan Alat ukur yang akan digunakan ( Voltmeter, Amperemeter, Timer, dan Pyranometer)
2. Mengecek dan mengkalibrasi semua alat ukur
3. Pengujian dilakukan Pada jam 09,00 WITA-15.00 WITA
4. Pengambilan data dilakukan setiap 15 Menit
5. Pengambilan data seperti: Tegangan dan Arus keluaran Panel surya, Tegangan dan Arus Baterai, Tegangan dan Arus SCC, Gmatahari serta Tegangan dan arus beban AC/DC dan juga kapsitas baterai.

Pengujian Saat Berbeban malam hari:

1. Menyiapkan Alat ukur yang akan digunakan ( Voltmeter, Amperemeter, Timer, dan Pyranometer)
2. Mengecek dan mengkalibrasi semua alat ukur
3. Pengujian dilakukan Pada jam 09,00 WITA-15.00 WITA
4. Pengambilan data dilakukan setiap 15 Menit
5. Pengambilan data seperti: Tegangan dan Arus Baterai, Tegangan dan Arus SCC, Gmatahari serta Tegangan dan arus beban AC dan juga kapasitas baterai.

### 3.5 Pengumpulan Data

Ada beberapa parameter yang akan di gunakan dalam pengujian alat ini yaitu :

Tabel 3.5 Data yang diambil dalam pengujian

No.	Parameter	Simbol	Satuan	Alat Ukur
1	Intensitas radiasi matahari	G	W/m <sup>2</sup>	Pyranometer
2	Tegangan	V	Volt	Voltmeter
3	Arus	I	Amper	Amperemeter
4	Kapasitas Baterai	%	%	Baterai Meter

### 3.6 Metode Analisis

Energi Matahari :

$$a) P_{in} = G \times A \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

- $P_{in}$  = Daya input sel fotovoltaik (Watt)
- G = Intensitas radiasi matahari (Watt/m<sup>2</sup>)
- A = Luasan sel fotovoltaik (m<sup>2</sup>)

b) Daya Output

$$P_{out} = V \times I \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana :

$P_{out}$  = Daya output sel fotovoltaik (W att)

$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)

c) Efisiensi

$$\eta = (P_{out} / P_{in}) \times 100\% \dots\dots\dots(3.8)$$



## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisa Beban dan Komponen SHS

##### 1. Beban

Tabel 4.1 Perencanaan Beban

Peralatan	Jumlah beban	Daya terpasang (Watt)	Lama penggunaan (H)	Total (Wh)
Lampu AC	1	5	5	25
Lampu AC	3	10	5	150
Lampu AC	1	15	5	75
Lampu DC	1	15	5	75

Adapun energi listrik (EL) yang perlu di supplay PLTS adalah sebagai berikut :

$$\text{Total semua beban} = 25+150+75+75$$

$$= 325 \text{ Wh}$$

$$P = 325 \times 1,15 = 373,75 \text{ Wh}$$

##### 2. Jumlah Panel Surya

Jumlah kebutuhan panel surya dapat dihitung dengan mempertimbangkan daya yang akan dibangkitkan panel surya atau jumlah total beban yang akan dibangkitkan panel surya dengan terlebih dahulu menghitung jumlah daya yang dapat dibangkitkan dalam waktu penyinaran optimal yaitu sekitar  $\pm 5$  jam (jam 9.00-14.00), maka dengan menggunakan persamaan (3.1) maka jumlah panel surya yang digunakan dapat dihitung sebagai berikut:

$$P_{\text{watt peak}} = \frac{\text{Daily Watt}}{\text{Charging Effective}}$$

$$P_{\text{watt Peak}} = \frac{373,75 \text{ Wh}}{5 \text{ Jam}} = 74,75 \text{ Wp}$$

Jadi, total daya yang harus dibangkitkan oleh panel surya yaitu 74,75 Wp/Jam

Kemudian menentukan jumlah panel surya yang dibutuhkan dengan persamaan (3.2)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel surya} &= \frac{P_{\text{watt Peak}} \times 2}{P_{\text{panel}}} \\ \text{Jumlah panel surya} &= \frac{74,75Wp \times 2}{150Wp} = 0,9966 \\ &= 1 \text{ buah panel surya} \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Spesifikasi panel surya

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Merk	Tesla
2	Power Maksimal (Pmax)	150 W
3	Tegangan (Vmp)	18,50V
4	Arus (Imp)	8,40 A
5	Tegangan Terbuka (Voc)	22,40 V
6	Arus Hubung singkat (Isc)	9,19 A
7	Dimensi	1400*680*35mm

### 3. Solar Charge Controller

Sebelum menentukan SCC (*Solar Charge Controller*) pahami dahulu spesifikasi pada panel surya. Biasanya, pada panel surya tertulis kode seperti berikut:

$$\text{Power Maksimal (Pmax)} = 150 \text{ W}$$

$$\text{Tegangan (Vmp)} = 17,6V$$

$$\text{Arus (Imp)} = 8,55 \text{ A}$$

$$\text{Tegangan Terbuka (Voc)} = 22,0 \text{ V}$$

$$\text{Arus Hubung singkat (Isc)} = 9,09 \text{ A}$$

Kemudian, perhatikan Isc (*short circuit current*). Selanjutnya, kalikan Isc dengan jumlah panel surya.

$$\text{Daya SCC} = I_{\text{scpanel}} \times \text{Jumlah panel}$$

$$\text{Daya SCC} = 9,09A \times 2 = 18,18A$$

Jadi, Minimal daya SCC yang digunakan adalah 18,18A

Spesifikasi *Solar Charger Controller* yang dipakai dalam rancang bangun ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.3 Spesifikasi SCC

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Merk	SC2430
2	Rating Arus Pengisian	20A
3	Rating Arus Pembebanan	20A
4	Tegangan Kerja	12V/24V
5	Pengaman	14,8 V

#### 4. Baterai

Perencanaan Pengembangan PV yang akan direncanakan adalah dengan konfigurasi *off-grid* dengan menggunakan baterai lithium yang di rangkai khusus.

Di perhitungan ini penulis mengasumsi bahwa apabila untuk dalam sebuah muatan dikeluarkan secara rata-rata maka, semakin pendek usia baterai dan dinyatakan dalam Cycle Life sehingga discharge baterai (DOD), yaitu **60%** kapasitas baterai yang digunakan hanya 60% dari kapasitas keseluruhan, maka dapat dihitung kapasitas baterai seperti persamaan (3.3) :

$$\begin{aligned}c &= \frac{P \text{ daya yang di butuhkan } x \text{ autonomi day}}{Vs x DOD x \eta} \\ &= \frac{373,75 x 2}{12 x 0,6 x 0,85} \\ &= 122,14 Ah\end{aligned}$$

Dan untuk mengetahui jumlah baterai yang digunakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti persamaan (3.4) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah baterai} &= \frac{C}{\text{daya baterai}} = \frac{122,14 \text{ Ah}}{1,2 \text{ Ah}} \\ &= 101,78 \text{ Buah baterai} \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Spesifikasi Baterai

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Merk	ULTRA POWER
2	Type	LI-ION LITHIUM 18560
3	Tegangan Kerja	3,7 V

## 5. Inverter

Inverter yang akan digunakan akan disesuaikan dengan daya, tegangan dan arus keluaran dari SCC dan panel surya menggunakan persamaan (3.5 )

$$\text{Daya output} = \text{Jumlah panel} \times \text{Daya Panel}$$

$$\text{Daya output} = 1 \times 150 \text{ Wp} = 150 \text{ watt}$$

Jadi daya keluaran dari inverter yang digunakan minimal 150watt

## 4.2 Hasil Rancang Bangun SHS

### 4.2.1 Rancangan Dudukan PLTS



(a).



(b).

Gambar 4.1 Dudukan Panel Surya



(a). Depan (b). Samping

#### 4.2.2 Rancangan Dudukan beban



(a).



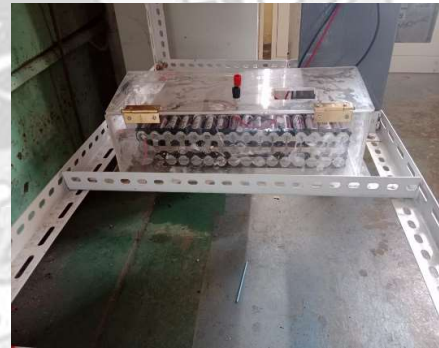
(b).

Gambar 4.2 Dudukan beban (a). Tampak depan (b) Tampak samping

#### 4.2.3 Perakitan Baterai Lithium dan Box Baterai



(a).



(b).

Gambar 4.3 Hasil Perakitan Baterai Lithium dengan BMS

(a). Tampak atas, (b). Tampak Samping

### 4.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.5 Pengujian Kapasitas Real Baterai Li-ion 18650

Cell	Baterai	Tegangan (V)	Kapasitas Arus (mAh)	Resistansi ( $\Omega$ )	Kapasitas (%)
1	1	4,20	1178	17	100
	2	4,20	1173	19	100
	3	4,20	1175	20	100
2	1	4,20	1114	16	100
	2	4,20	1120	16	100
	3	4,20	1118	18	100

Selasa, 19 Juli 2022

Tabel 4.6 Pengujian Charging Baterai Lithium

No	Waktu	Intensitas Radiasi Matahari (W/m <sup>2</sup> )	Tegangan Output PV (Volt)	Arus Output PV (Amp)	Arus output SCC (Amp)	Tegangan Baterai (Volt)	Persentase (%)	Cuaca
1	09.00	540	13,15	4,75	6,95	13,2	85	Cerah
2	10.00	748	17,92	1,27	2,02	14,5	100	Cerah
3	11.00	912	18,78	0,78	2,02	14,6	100	Cerah
4	12.00	915	18,63	0,79	2,05	14,5	100	Cerah
5	13.00	891	17,35	0,76	2,05	14,8	100	Cerah
6	14.00	758	17,7	0,77	2,05	14,6	100	Cerah
7	15.00	600	12,56	0,5	0,68	12,4	100	Cerah

Jumat, 19 Agustus 2022

Tabel 4.7 Pengujian Berbeban Siang Hari

No	Waktu	Wattmeter DC PLTS		Gpanel (W/m <sup>2</sup> )	SCC		Baterai		Beban AC		Cuaca
		Vdc (V)	Idc (I)		Vdc (V)	Idc (I)	Vdc (V)	Persentase (%)	Vac (V)	Iac (I)	
1	09.00	11,83	4,20	735	11,3	6,44	11,5	63	203	0,52	Cerah
2	10.00	11,49	5,90	880	11,0	9,13	11,0	41	201	0,41	Cerah

3	11.00	11,83	6,14	965	11,3	9,48	11,3	57	208	0,43	Cerah
4	12.00	11,90	6,44	1077	11,1	9,44	11,3	53	205	0,43	Cerah
5	13.00	11,50	5,77	860	11,0	8,67	10,9	33	199	0,42	Cerah
6	14.00	10,80	4,63	825	10,4	7,43	10,4	18	190	0,40	Cerah
7	15.00	9,49	3,84	846	9,8	5,84	9,9	6	0,39	178	Cerah

Sabtu, 20 Agustus 2022

Tabel 4.8 Pengujian Berbeban Malam Hari

No.	Wattmeter AC					Baterai	
	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	PF	Frekuensi (Hz)	Vdc (V)	Persentase (%)
1	214	0,16	27,8	0,8	50	11,5	70
2	209	0,16	26,8	0,8	50	11,2	52
3	202	0,15	25,5	0,8	50	10,9	32
4	196	0,15	24,3	0,8	50	10,5	20
5	193	0,14	23,6	0,8	50	10,4	16
6	190	0,14	23,1	0,9	50	10,2	12
7	185	0,14	22,3	0,9	50	10	7
8	179	0,14	21,1	0,9	50	9,7	2
9	171	0,13	19,6	0,9	50	9,2	0

Minggu, 21 Agustus 2022



## 4.4 Analisa Data

### 4.4.1 Analisis Data

#### 1. Charging Baterai

Untuk data 1 di table 4.6

Daya Masukan

Jika diketahui:  $A = \text{Panjang} \times \text{Lebar PV} = 1,4 \times 0,68 = 0,952 \text{ m}^2$

$$G = 520 \text{ watt/m}^2$$

Jadi:  $P_{in} = A \times G$

$$P_{in} = 0,952 \times 520 = 495,04 \text{ Watt}$$

Daya Keluaran

Jika diketahui:  $V_{out} = 13,15 \text{ v}$

$$I_{out} = 4,75 \text{ A}$$

Jadi:  $P_{out} = V \times I = 13,15 \times 4,75 = 62,46 \text{ watt}$

#### 2. Berbeban pada siang hari

Untuk data 1 di table 4.7

Daya Masukan

Jika diketahui:  $A = \text{Panjang} \times \text{Lebar PV} = 1,4 \times 0,68 = 0,952 \text{ m}^2$

$$G = 735 \text{ Watt/m}^2$$

Jadi:  $P_{in} = A \times G$

$$P_{in} = 0,952 \times 735 = 679,87 \text{ Watt}$$

Daya Keluaran

Jika diketahui:  $V_{out} = 11,83 \text{ v}$

$I_{out} = 4,20 \text{ A}$

Jadi:  $P_{out} = V \times I = 11,83 \times 4,20 = 49,68 \text{ watt}$

#### 4.4.2 Analisis Energi

##### 1. Charging Baterai

Untuk data ke-2 ditabel 4.6

Jika diketahui  $T=1\text{jam}$

$V_{in}=17,92\text{V}$

$I_{in}=1,27\text{A}$

Jadi :  $El = \frac{T \times V_{in} \times I_{in}}{1000} = \frac{1 \times 17,92 \times 1,27}{1000} = 0,02 \text{ Kwh}$

##### 2. Berbeban Pada Siang Hari Energi Listrik dari Panel

Untuk data ke-2 ditabel 4.7

Jika diketahui  $T=1\text{jam}$

$V_{in}=11,49 \text{ V}$

$I_{in}=5,90 \text{ A}$

Jadi :  $El = \frac{T \times V_{in} \times I_{in}}{1000} = \frac{1 \times 11,49 \times 5,90}{1000} = 0,067 \text{ Kwh}$

##### 3. Berbeban Pada siang hari Energi Listrik dari Baterai

Untuk data ke-2 ditabel 4.7

Jika diketahui  $T=1\text{jam}$

$V_{in}=12,51 \text{ V}$

$I_{in}=5,20 \text{ A}$

$$\text{Jadi : } El = \frac{TxVout \times Iout}{1000} = \frac{1 \times 12,1 \times 54,20}{1000}$$

$$= 0,06 \text{Kwh}$$

#### 4. Berbeban pada Malam Hari Energi dari Baterai

Untuk data ke-2 ditabel 4.8

Jika diketahui T=1jam

$$V_{in}=214 \text{ V}$$

$$I_{in}=0,16 \text{ A}$$

$$\text{Jadi : } El = \frac{TxV_{oubaterai} \times I_{oubaterai}}{1000} = \frac{1 \times 214 \times 0,16}{1000} = 0,03 \text{Kwh}$$

#### 4.4.3 Analisis Efisiensi

##### 1. Charging Baterai

Untuk data 1 di table 4.6

Daya Masukan

Jika diketahui: A = Panjang x Lebar PV = 1,4x0,68 = 0,952 m<sup>2</sup>

$$G = 520 \text{ watt/m}^2$$

Jadi:  $P_{in} = A \times G$

$$P_{in} = 0,952 \times 520 = 495,04 \text{Watt}$$

Daya Keluaran

Jika diketahui: Vout = 13,15 v

$$I_{out} = 4,75 \text{A}$$

Jadi:  $P_{out} = V \times I = 13,15 \times 4,75 = 62,46 \text{ watt}$

$$\text{Efisiensi panel} = \left( \frac{P_{out}}{P_{in}} \right) \times 100\% = \left( \frac{62,46}{495,04} \right) \times 100\% = 12,61\%$$

##### 2. Berbeban Pada siang hari

Untuk data 1 di table 4.7

Daya Masukan

Jika diketahui:  $A = \text{Panjang} \times \text{Lebar PV} = 1,4 \times 0,68 = 0,952 \text{ m}^2$

$$G = 735 \text{ watt/m}^2$$

Jadi:  $P_{in} = A \times G$

$$P_{in} = 0,952 \times 735 = 679,87 \text{ Watt}$$

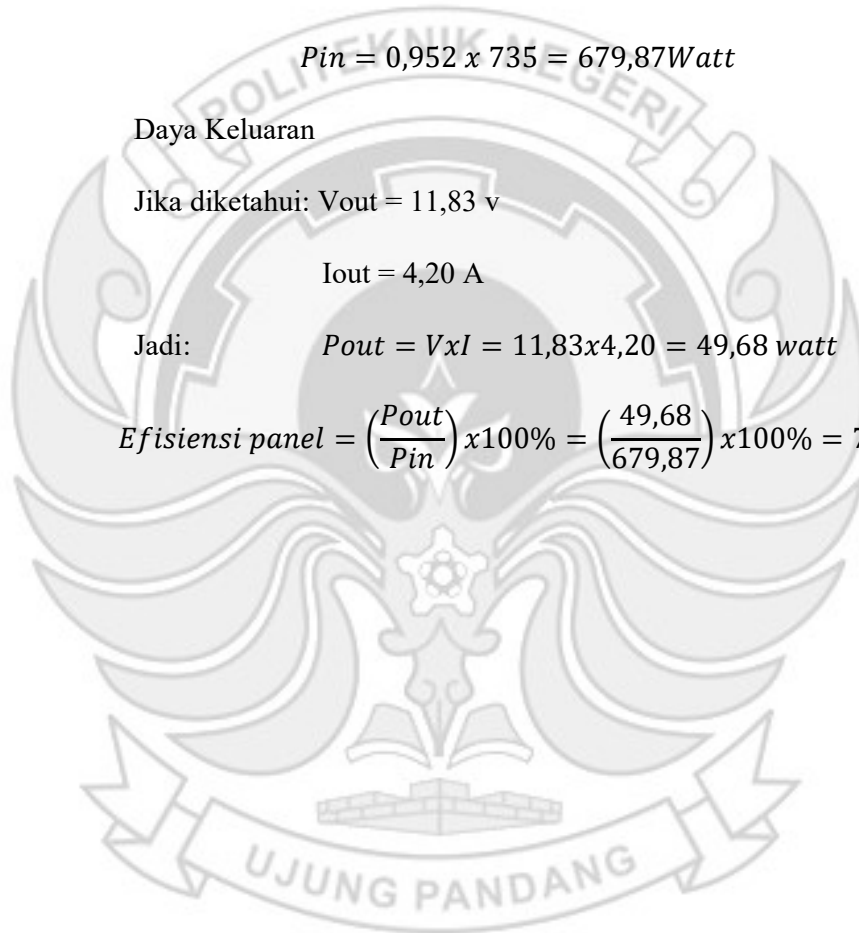
Daya Keluaran

Jika diketahui:  $V_{out} = 11,83 \text{ v}$

$$I_{out} = 4,20 \text{ A}$$

Jadi:  $P_{out} = V \times I = 11,83 \times 4,20 = 49,68 \text{ watt}$

$$\text{Efisiensi panel} = \left( \frac{P_{out}}{P_{in}} \right) \times 100\% = \left( \frac{49,68}{679,87} \right) \times 100\% = 7,3\%$$



#### 4.5 Tabel Hasil Analisa

Tabel 4.9 Hasil Analisa data Charging Baterai

No	Waktu (H)	Pin (Watt)	Pout (Watt)	A Pv ( $m^2$ )	Energi (Kwh)	Efisiensi (%)
1	0	514,08	62,4625	0,952	0	12,1503462
2	1	712,096	22,7584	0,952	0,02	3,19597358
3	2	868,224	14,6484	0,952	0,02	1,68716829
4	3	871,08	14,7177	0,952	0,04	1,68959223
5	4	848,232	13,186	0,952	0,05	1,55452753
6	5	721,616	13,629	0,952	0,06	1,88867763
7	6	571,2	6,28	0,952	0,03	1,09943978

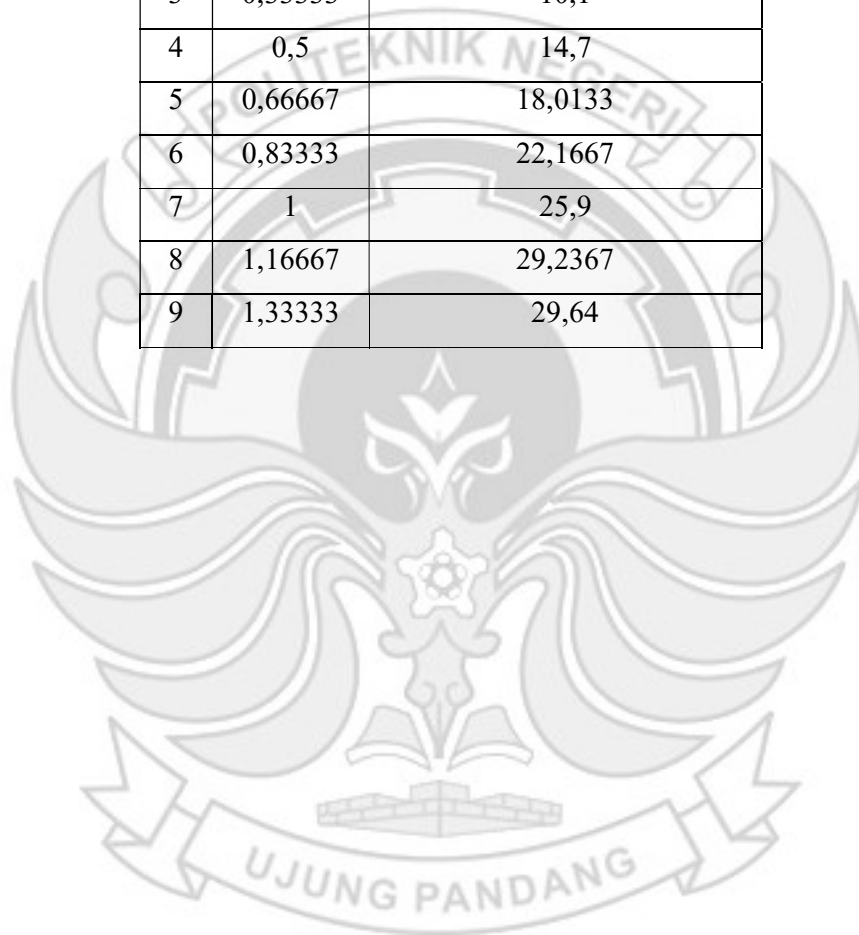
Tabel 4.10 Hasil Analisa data Berbeban pada siang hari

No	Waktu (H)	Pin (Watt)	Pout (Watt)	A Pv ( $m^2$ )	Energi listrik Panel (Kwh)	Energi Listrik baterai (Kwh)	Efisiensi (%)
1	0	699,72	49,686	0,952	0	0	7,1
2	1	837,76	67,791	0,952	0,06	0,10	8,09
3	2	918,68	72,636	0,952	0,14	0,32	7,90
4	3	1025,30	76,636	0,952	0,22	0,41	7,47
5	4	818,72	66,355	0,952	0,26	0,38	8,10
6	5	785,4	50,004	0,952	0,25	0,38	6,36
7	6	782,55	36,441	0,952	0,21	0,35	4,45



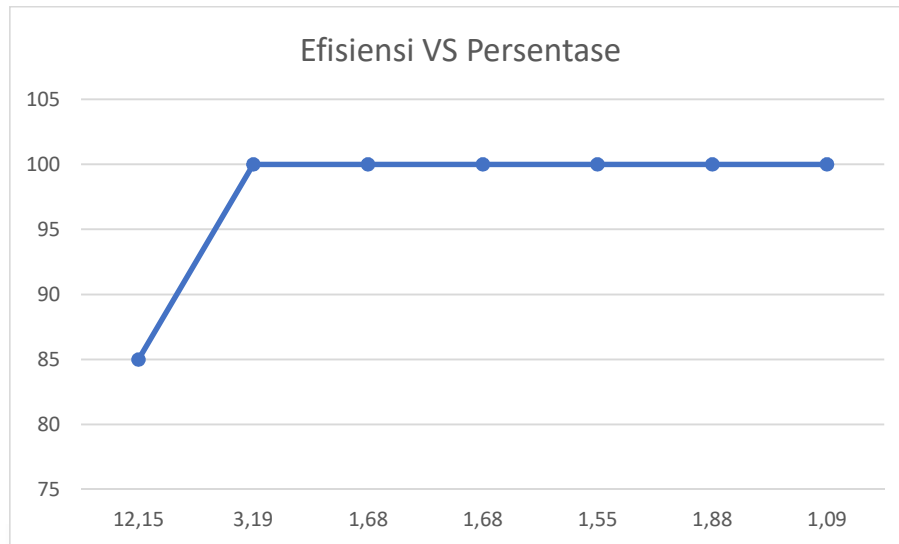
Tabel 4.11 Hasil Analisa data berbeban pada malam hari

No	Waktu (H)	Energi dari Baterai (Kwh)
1	0	0
2	0,16667	5,57333
3	0,33333	10,1
4	0,5	14,7
5	0,66667	18,0133
6	0,83333	22,1667
7	1	25,9
8	1,16667	29,2367
9	1,33333	29,64



## 4.6 Grafik dan Pembahasan

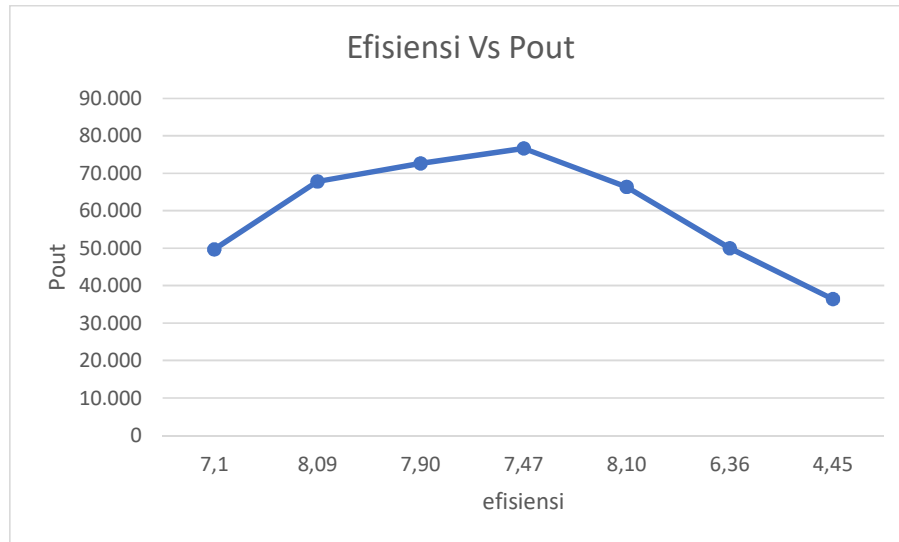
### 4.6.1 Grafik Charging



Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara persentase baterai dan Efisiensi panel Surya

Jika dilihat pada gambar diatas, maka menunjukkan Tren yang naik dan konstan, disaat kapasitas baterai belum terisi penuh maka baterai akan memaksimalkan daya output dari panel kemudian mengisi daya dari baterai dilihat dari efisiensi yang ditinggi disaat awal pengecasan baterai pada saat kondisi baterai masih 85%. Dan akan konstan saat persentase baterai sudah menunjukkan angka 100% kemudian efisiensi akan semakin turun dikarenakan daya yang masuk juga semakin rendah karena baterai telah terisi penuh. Berkaitan dengan karakteristik baterai lithium itu sendiri yang cepat terisi.

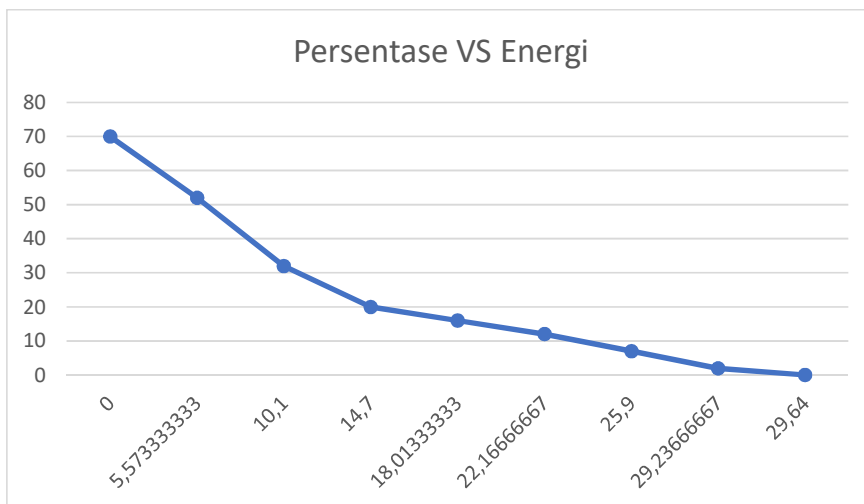
#### 4.6.2 Grafik berbeban siang hari



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara efisiensi dan daya yang dihasilkan oleh panel

Dari grafik diatas ditunjukkan bahwa adanya tren naik turun pada efisiensi maupun daya keluaran dari panel surya dikarenakan pengaruh dari intensitas matahari dan pemakaian beban, juga daya yang keluar dari PLTS dan masuk ke baterai dapat menjadi backup tegangan agar tegangan di baterai tidak menurun sehingga energi baterai juga tetap pada posisi normal pada saat posisi efisiensi tinggi di jam 12 siang dikarenakan intensitas matahari yang juga tinggi di posisi  $1077w/m^2$  pada saat persentase baterai 53% dan energi yang dihasilkan oleh baterai yaitu sebesar 0,41 Kwh yang merupakan energi terbesar yang dapat dibangkitkan oleh baterai saat pembebanan di malam hari. Nilai dari energi listrik dari panel surya dan dari baterai akan terus menurun dikarenakan adanya penurunan pada intensitas matahari.

#### 4.6.3 Grafik Berbeban malam hari



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara Persentase baterai dengan energi yang dihasilkan Baterai.

Berbeda dengan Grafik sebelumnya grafik ini menunjukkan tren yang turun yang signifikan pada persentase baterai dikarenakan adanya pembebanan tanpa adanya input dari panel, hal ini dikarenakan karakteristik dan kapasitas dari baterai lithium yang jika di beri beban tanpa backup dari PLTS akan sangat signifikan penurunannya. Saat diberikan beban 25 watt dengan durasi pembebanan 1,3 jam atau sekitar 80 menit, pada saat awal pembebanan energi yang dihasilkan oleh baterai sebesar 0-5,57 Kwh dan pada saat posisi baterai sudah kosong total energi yang dihasilkan dengan beban 25 watt sebesar 29,64 Kwh (Tabel 4.11)

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 KESIMPULAN

1. Diperoleh Prototype Solar Home System yang menggunakan baterai Lithium sebagai Penyimpan Energi.
2. Hasil rata-rata daya pengisian baterai sebesar 21.09 watt. Dengan tegangan tertinggi pengisian baterai di atur di 14,08 vdc. Dan laju arus pengisian tertinggi 1,37 amper, dengan tingkat efisiensi pengisian baterai tertinggi adalah 12%, walaupun tegangan yang di hasilkan oleh panel surya meningkat, namun tegangan pengisian tetap stabil karena di regulasi oleh *solar charger controller* dan *battery management system* sehingga tidak akan merusak baterai.
3. Karakteristik baterai Lithium yaitu
  1. Waktu Pengisian lebih cepat sehingga baik digunakan untuk PLTS khususnya pada kondidi matahari cerah
  2. Daya yang diberikan oleh baterai lthium lebih besar dari pada baterai (aki) pada umumnya dengan beban yang sama.
  3. Tegangan kerja minimum dari baterai lithium juga lebih renda yang masih bisa menyuplai beban saat kondisi tegangan baterai dibawah 10V
  4. Kendala dari baterai lithium dapat diatasi dengan pemberian BMS
4. Melihat sisi ekonomis dari baterai lithium dibandingkan dengan baterai jenis lainnya, baterai lithium jauh lebih ekonomis dikarenakan banyaknya keunggulan seperti bekerja secara mandiri dan otomatis, dapat digunakan dalam selang waktu yang lama dengan siklus pengecasan mencapai 1000kali, proses pengisian daya yang lebih cepat, kekuatan baterai lebih lama dalam kemasan yang lebih ringan, dan juga ramah lingkungan

## 5.2 SARAN

Adapun beberapa masukan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Perlu penambahan kapasitas baterai ataupun jumlah cell baterai
2. Pengoptimalan pembebanan agar jumlah kebutuhan baterai bisa di perhitungkan.



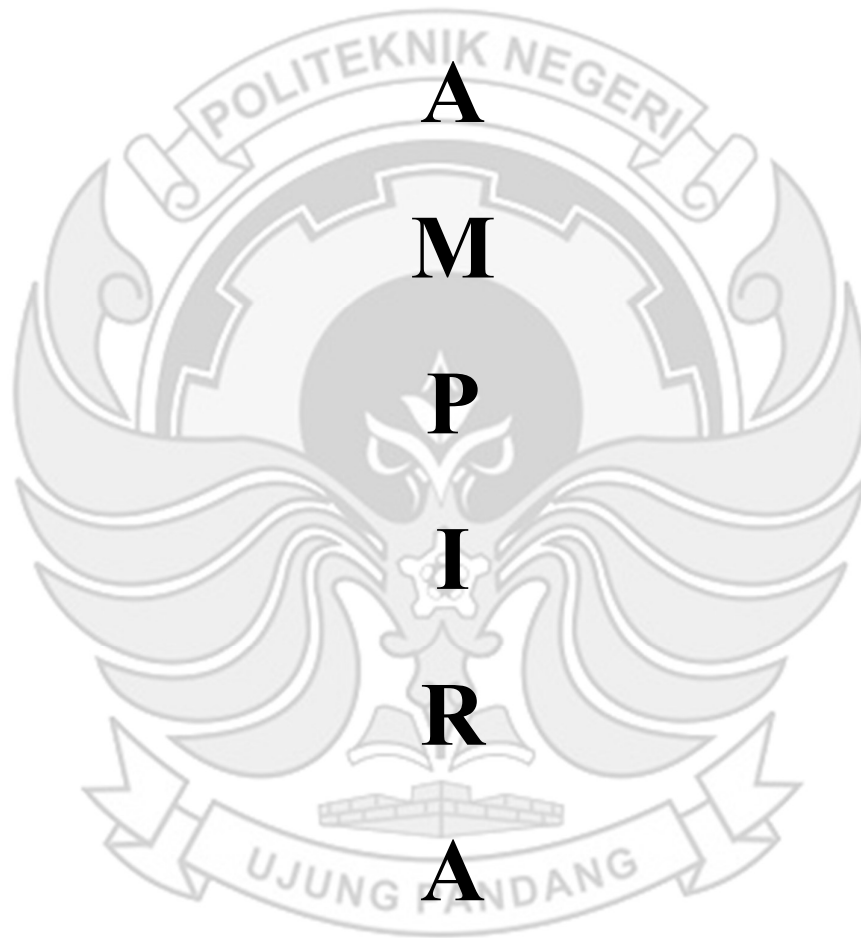
## DAFTAR PUSTAKA

- Solarex. (1993). *Everything You Always wanted to know about Solar Power*. Villawood Sydney, : N.S.W. Australia.
- Soelistio, A. T. (2016). *Solar Power Plants . Paper , 2*.
- Joomla. (2018). *Solar Home System*. Retrieved from + Panel Surya :  
<http://www.panelsurya.com/index.php/id/panel-surya-solar-cells/solar-home-system>
- Tchnology, F. S. (2022). *3000W Solar Ground Mounting System Off Grid 3KW Solar Energy System*. Retrieved from Super Solar:  
<https://www.chinasupersolar.com/product/3000w-solar-ground-mounting-system-off-grid-3kw-solar-energy-system/>
- DBSN, P. (2012, februari 17). *Prinsip Kerja Solar Panel atau photovoltaic sistem*. Retrieved from Pusat listrik tenaga surya:  
<https://tenagamatahari.wordpress.com/2012/02/17/prinsip-kerja-solar-panel-atau-photovoltaic-sistem/>
- Kurniawan, A. (2022, februari 04). *Pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Retrieved from GuruPendidikan.Com:  
<https://www.gurupendidikan.co.id/pembangkit-listrik-tenaga-surya/>
- Ngabei, J. D. (2012, November 03). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Retrieved from Jendela Den Ngabei:  
<http://jendeladenngabei.blogspot.com/2012/11/pembangkit-listrik-tenaga-surya-plts.html>
- Amazon.com. (2022). *"akku solaranlage"*. Retrieved from Amazon.com:  
<https://www.amazon.de/akku-solaranlage/s?k=akku+solaranlage&page=2>
- Mah, O. (1998). *Fundamentals of Photovoltaic Material*. California: Research Institute, Inc., .

- Unknown. (2016, November 16). *Struktur Baterai Accu (Aki) / Akumulator*. Retrieved from Elektro Dlm Kehidupan: <http://elektrodalamkehidupan.blogspot.com/2014/11/struktur-baterai-accu-aki-akumulator.html>
- Jaya, B. I. (2016, April 04). *Box Panel Solar Home Sistem*. Retrieved from Panel Surya Glodok: <http://www.panelsuryaglodok.com/2016/04/box-panel-solar-home-system-shs.html>
- AturRumah. (2021). *Biaya Pemasangan Panel Surya di 2021*. Retrieved from AturRumah: <https://www.aturrumah.com/panel-surya/biaya-pasang/>
- Ir. Sardono Sarwito, M. 2. (2016). Pemanfaatan Sel Surya Sebagai Catu Daya Sistem Pendingin Mekanis Pada Kapal Ikan. *Pemanfaatan Sel Surya Sebagai Catu Daya Sistem Pendingin Mekanis Pada Kapal Ikan*, 4.
- Rohman, M. (2012). Optimalisasi Perancangan Solar Home System Menggunakan Homer. *Makalah*, 4.
- Akhmad, K. (2009). Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan Penerapannya Untuk. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan Penerapannya Untuk*, 2-3.
- Zulkifli, A. (2012). Sistem Pembangkit Listrik Tenaga. *Makalah*, 6-17.



**L**



**A**

**M**

**P**

**I**

**R**

**A**

**N**

**Lampiran 1**

Jumat, 19 Agustus 2022

Tabel Data Charging Baterai

No.	Waktu	Wattmeter digital PLTS			Solar Power Meter	Solar Charge Controller		Baterai		Ket. Cuaca	G
		Tegangan PV(Vdc)	Arus Daya PV (Idc)	Daya PV	G Panel	Vdc	Idc	Vdc	Persentase		Lingkungan
		(V)	(I)	(W)	(W/m)	(V)	(I)	(V)	(%)		(W/m)
1	09.00	13,15	4,75	62,6	540	13,3	6,95	13,2	85	Cerah	513
2	09.30	18,46	1,17	23,4	650	12,5	2,43	14,7	100	Cerah	640
3	10.00	17,92	1,27	19,5	748	12,5	2,02	14,5	100	Cerah	712
4	10.30	17,82	1,11	18,7	800	12,5	2,02	14,6	100	Cerah	820
5	11.00	18,78	0,78	18,10	912	12,5	2,02	14,6	100	Cerah	889
6	11.30	17,74	0,77	18,13	910	12,5	2,05	14,5	100	Cerah	912
7	12.00	18,63	0,79	14,9	915	12,5	2,05	14,5	100	Cerah	930
8	12.30	17,7	0,79	14,9	902	12,5	2,05	14,9	100	Cerah	927
9	13.00	17,35	0,76	14,3	891	12,5	2,05	14,8	100	Cerah	888
10	13.30	17,52	0,73	14,2	817	12,5	2,05	14,6	100	Cerah	822
11	14.00	17,7	0,77	14,3	758	12,0	2,05	14,6	100	Cerah	720
12	14.30	12,62	0,77	9,5	702	12,1	0,76	12,5	100	Cerah	704
13	15.00	12,56	0,50	6,2	600	12,8	0,68	12,4	100	Cerah	601

**Lampiran 2**

Sabtu, 20 Agustus 2022

Data Berbeban Siang Hari

No	Waktu	Wattmeter PLTS			Solar Power Meter	SCC		Baterai		Beban AC					Ket. Cuaca	G Lingkungan	Inverter	
		Tegangan PV	Arus PV	Daya PV	G Panel	Vdc	Idc	Vcd	Persentase	Arus	Tegangan	PF	Kwh	Daya			V out	V in
1	9	11,83	4,20	49,5	735	11,3	6,44	11,5	63	0,52	203	0,72	0	75,25	Cerah	765	11,0	207
7	10,00	11,49	5,90	66,2	880	11,0	9,13	11,0	41	0,41	201	0,54	0,04	45,85	Cerah	930	10,9	207
13	11,00	11,83	6,14	72,3	965	11,3	9,48	11,3	57	0,43	208	0,53	0,09	47,70	Cerah	950	11,1	208
19	12,00	11,90	6,44	74,0	1077	11,1	9,44	11,3	53	0,43	205	0,53	0,14	47,10	Cerah	1034	11,0	208
25	13,00	11,50	5,77	65,9	860	11,0	8,67	10,9	33	0,42	199	0,54	0,18	45,67	Cerah	720	10,8	207
31	14,00	10,80	4,63	50,7	825	10,4	7,43	10,4	18	0,40	190	0,55	0,23	42,30	Cerah	765	10,3	205
37	15,00	9,49	3,84	39,9	846	9,8	5,84	9,9	6	0,39	178	0,58	0,27	38,36	Cerah	764	9,4	202

**Lampiran 3**

Minggu, 21 Agustus 2022

Data Berbeban Malam Hari

No	Waktu	Wattmeter AC						Baterai	
		Tegangan	Arus	Daya	PF	Kwh	Frekuensi	Vdc	Persentase
1	10	214	0,16	27.8	0.8	1.01	50	11.5	70%
13	20	209	0.16	26.9	0.8	1.01	50	11.2	52
24	30	202	0.15	25.5	0.8	1.02	50	10.9	32
37	40	196	0.15	24.3	0.8	1.02	50	10.5	20
47	50	193	0.14	23.6	0.8	1.03	50	10.4	16
54	60	190	0.14	23.1	0.9	1.03	50	10.2	12
67	70	185	0.14	22.3	0.9	1.03	50	10	7
75	80	179	0.14	21.1	0.9	1.04	50	9.7	2
91	90	171	0.13	19.6	0.9	1.05	50	9.2	0

## Lampiran 4

### Dokumentasi



Proses Pembuatan Rangka Dudukan PLTS



Perakitan Baterai Lithium



Pengambilan Data Berbeban Siang Hari





Pengambilan Data berbeban Malam Hari

**Lampiran 5**

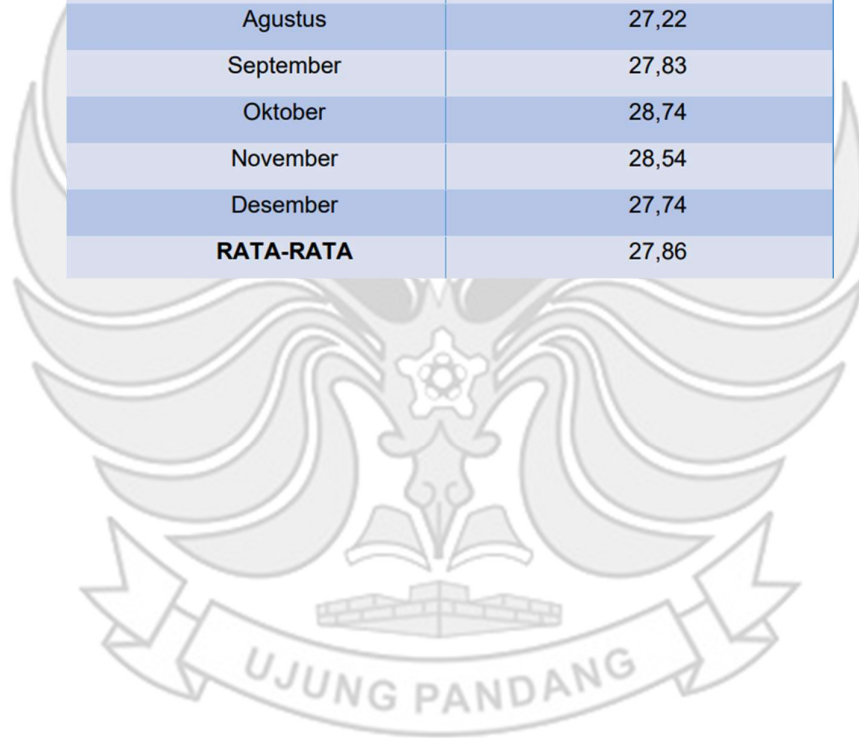
Radiasi Matahari Perbulan dan Temperatur

Tabel data radiasi matahari Perbulan

Bulan	Radiasi matahari (kWh/m <sup>2</sup> )
Januari	4,83
Februari	4,6
Maret	5,04
April	4,95
Mei	4,87
Juni	4,77
Juli	4,88
Agustus	5,55
September	6
Oktober	5,80
November	5,40
Desember	5,83
<b>RATA-RATA</b>	<b>5,21</b>

Tabel data Temperatur perbulan

Bulan	Temperature (°C)
Januari	29,62
Februari	26,98
Maret	27,28
April	28,13
Mei	27,94
Juni	27,35
Juli	26,97
Agustus	27,22
September	27,83
Oktober	28,74
November	28,54
Desember	27,74
<b>RATA-RATA</b>	<b>27,86</b>





## Lampiran 6

### Berita Acara Seminar Proposal

Lampiran Berita Acara Seminar Judul Proposal Tugas Akhir

I. Judul yang diterima:  
Rancang Bangun Jalan Hewan di Desa

II. Perbaikan / Tambahan:

- Komponen yg lebih unik & yg sekarang } E-AP
- Daftar / Program untuk menghitung tgg pjs } E-AP
- o Simbol tabel
- o Satuan
- o Rumus & daftar partikel } E-AS
- \* penulisan Capure
- \* Jenis huruf dan penulisan } E-RW
- \* Tabel salah input
- Alat ukur
- = ditrap indikator } E-RW
- o Gambar triangle line di atas
- o Judul harus & ubah. EAL
- o

Kontrak Penyelesaian PA

Juli Minggu ke-4 Th 22

1. Fadil Farid

2. Togi Limbou

3.

Sekretaris,

Selisa Nib, ST, MT

NIP 196212221992031002

## Lampiran 7

Gambar desian Dudukan PLTS

