

**ANALISIS KONVERSI ENERGI PADA KOMBINASI PANEL  
SURYA TIPE *POLYCRYSTALLINE* DAN *MONOCRYSTALLINE*  
UNTUK SKALA LISTRIK RUMAH TANGGA**

**SKRIPSI**

**OLEH  
IMAM WIJAYA SIAGIAN  
188120051**



**PROGRAM TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

iii

Document Accepted 10/7/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)10/7/23

**ANALISIS KONVERSI ENERGI PADA KOMBINASI PANEL SURYA  
TIPE *POLYCRYSTALLINE* DAN *MONOCRYSTALLINE* UNTUK SKALA  
LISTRIK RUMAH TANGGA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di fakultas  
teknik elektro Universitas Medan Area



**PROGRAM TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDANA AREA  
MEDAN  
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

iv

Document Accepted 10/7/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi: Analisis Konversi Energi Pada Kombinasi Panel Surya Tipe  
*Polycrystalline Dan Monocrystalline* Untuk Skala Listrik Rumah Tangga

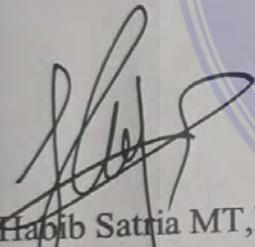
Nama : Imam Wijaya Siagian

NPM : 188120051

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:

Komisi Pembimbing

  
Ir. Habib Satria MT, IPP  
Pembimbing I

  
Moranain Mungkin ST, MSi  
Pembimbing II

  
Dr. Rahmat Syah, S.kom, M.kom  
Dekan

  
Ir. Habib Satria MT, IPP  
Ka. Prodi

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan karya tulis saya sendiri. Adapun bagian bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah di tuliskan sumbernya dengan jelas sesuai dengan kaidah, norma dan etika penulisan ilmiah

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari di temukan plagiat dalam pemulisan skripsi ini

Medan, 12 Juni 2023



Imam Wijaya Siagian

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Imam Wijaya Siagian

Npm : 188120051

Program studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

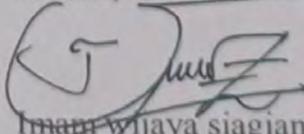
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (**Non Exclusive Royalty-Free Right**) atas karya ilmiah yang berjudul : “ Analisis Konversi Energi Pada Kombinasi Panel Surya Tipe *Polycrystalline* Dan *Monocrystalline* Pada Skala Listrik Rumah Tangga”. Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian penyampaian ini di buat dengan sebenarnya

Medan, 12 Juni 2023.

vii

  
Imam wijaya siagian

Document Accepted 10/7/23

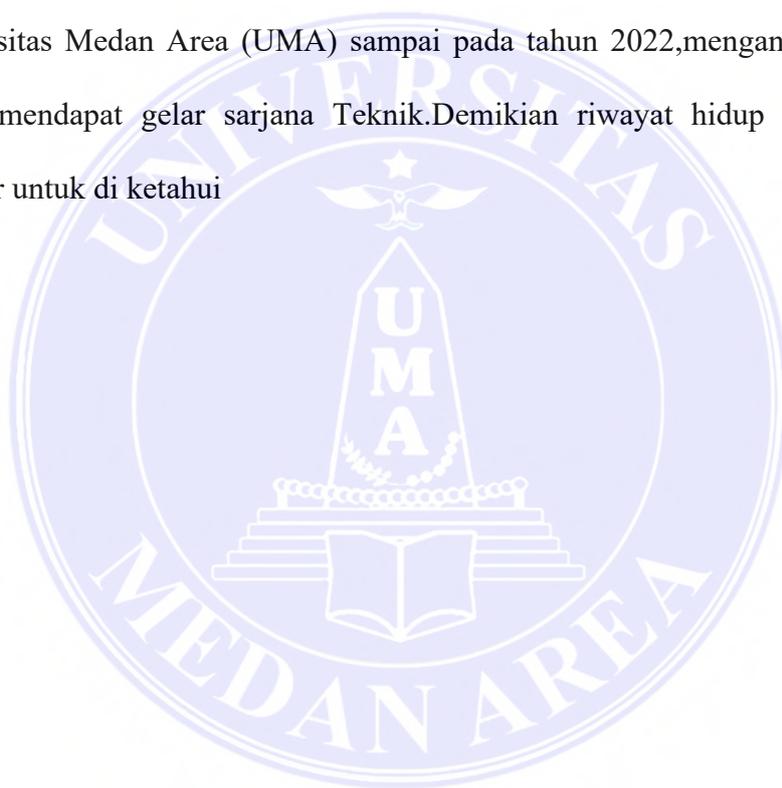
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Imam Wijaya Siagian, memiliki enam saudara kandung dan anak ke enam dari pasangan bapak Tohir Siagian dan ibu Zubaidah Br Simanjuntak, dilahirkan pada tanggal 22 September 1998. lulus sekolah dasar pada tahun 2011 di SDN 010132 bandar pulau, dan melanjutkan pendidikan sekolah pertama dan lulus pada tahun 2014 dari SMPN Bandar pulau dan lulus SMA pada tahun 2017 di SMAN Aek Songsongan dan pada tahun 2018 penulis kuliah di Universitas Medan Area (UMA) sampai pada tahun 2022, mengantarkan penulis untuk mendapat gelar sarjana Teknik. Demikian riwayat hidup penulis hanya sekedar untuk di ketahui



## ABSTRAK

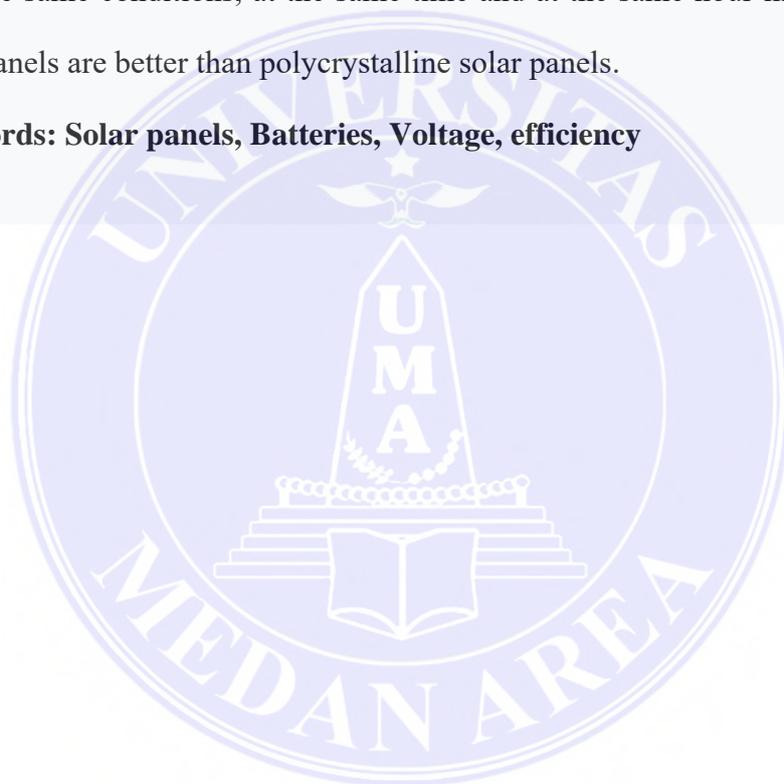
Indonesia merupakan daerah tropis yang mendapatkan pancaran sinar matahari yang cukup besar PLTS atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah peralatan pembangkit listrik yang merubah cahaya matahari menjadi energi listrik.pada penelitian ini menggunakan 4 buah panel surya dengan tipe *polycrystalline* dan *monocrystalline* dengan jumlah WP(watt peak) yang sama,baterai 12 volt,masing masing panel surya dalam menghasilkan energi listrik ada perbedaan,tegangan tertinggi yang di hasilkan panel surya polycrystallone 12,83 volt,untuk tegangan tertinggi panel surya *monocrystalline* 13,02 volt,dan efisiensi yang di dapat panel surya *polycrystalline* 50,18 % untuk panel surya *monocrystalline* sebesar 53,31 %,dengan keadaan yang sama,waktu dan jam yang sama panel surya *monocrystalline* lebih baik dari pada panel surya *polycrystalline*.

**Kata kunci: Panel surya, Baterai, Tegangan, Efisiensi**

## ABSTRACT

Indonesia is a tropical area that gets quite a lot of sunlight. the same, 12 volt battery, each solar panel in producing electrical energy is different, the highest voltage is produced by a 12.83 volt polycrystalline solar panel, for the highest voltage a monocrystalline solar panel is 13.02 volts, and the efficiency obtained by a polycrystalline solar panel 50.18% for monocrystalline solar panels by 53.31%, with the same conditions, at the same time and at the same hour monocrystalline solar panels are better than polycrystalline solar panels.

**Keywords: Solar panels, Batteries, Voltage, efficiency**



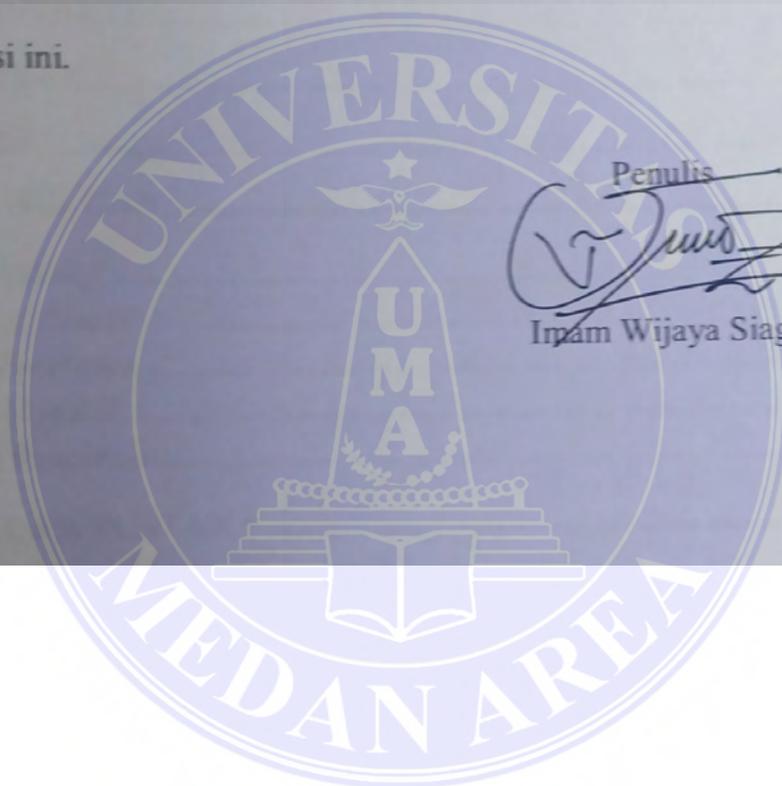
## KATA PENGANTAR

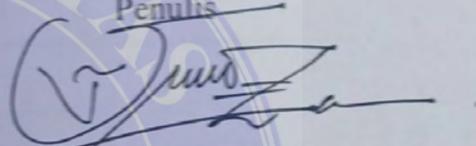
Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanallah Taala. Atas segala nikmat yang begitu banyak telah diberikan kepada penulis dan kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Konversi Energi Pada Kombinasi Panel Surya Tipe *Monocrystalline* Dan *Polycrystalline* Untuk Skala Listrik Rumah Tangga

Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis banyak sekali mendapatkan bantuan baik materil maupun moral dari berbagai pihak, dan pada kesempatan kali ini penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Orang tua Bapak Tohir Siagian dan Ibu Zubaidah Simanjuntak yang telah mengkuliahkan dan memenuhi segala kebutuhan perkuliahan, baik abang dan kakak juga yang sudah mendukung sampai sekarang ini
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, sebagai Rektor Universitas Medan Area
3. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom. M.kom, sebagai Dekan Fakultas Teknik
4. Bapak Habib Satria S, pd, M.T, sebagai Ka prodi teknik elektro dan sekaligus dosen pembimbing 1 saya dalam menulis skripsi
5. Bapak Moranain Mungkin S.T, M, Si sebagai dosen pembimbing 2 dalam penulisan skripsi
6. Kepada IT prodi elektro dan staf fakultas teknik Universitas Medan Area
7. Kawan kawan yang sama sama berjuang dalam menyelesaikan sarjana

Penulis berharap skripsi dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat di jadikan referensi kedepan dalam pengembangan yang bersangkutan paut dengan skripsi ini..  
Akhir kata penulis ucapkan permohonan maaf atas segala kekurangan dalam penulisan skripsi ini.



Penulis  
  
Imam Wijaya Siagian

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN .....	III
KATA PENGANTAR .....	VII
DAFTAR GAMBAR .....	XII
DAFTAR TABEL.....	XIV
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Energi Terbarukan.....	4
2.2 Prinsip Kerja Panel Surya .....	5
2.3 Komponen Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	6
2.3.1 Panel Surya .....	6
2.3.2 Panel Surya Polycrystalline.....	7
2.3.3 Panel Surya Monocrystalline .....	8
2.3.4 Panel Surya Thin Film .....	8
2.3.5 Baterai .....	9
2.3.6 Baterai Lithium Ion.....	10
2.3.7 Baterai Asam Timbal .....	11
2.3.8 Baterai Flow .....	12
2.3.9 Baterai Vrla .....	12
2.3.10 Baterai Lifo .....	13
2.3.11 Inverter .....	14
2.3.12 Sholar Charger Control .....	16
2.3.13 Mc4 (Conector) .....	17
2.3.14 Kabel .....	18
2.3.15 Watt Meter.....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian .....	20
3.2 Bahan Dan Alat .....	20
3.3 Metode Pengambilan Data .....	21
3.5 Flow Chart.....	21

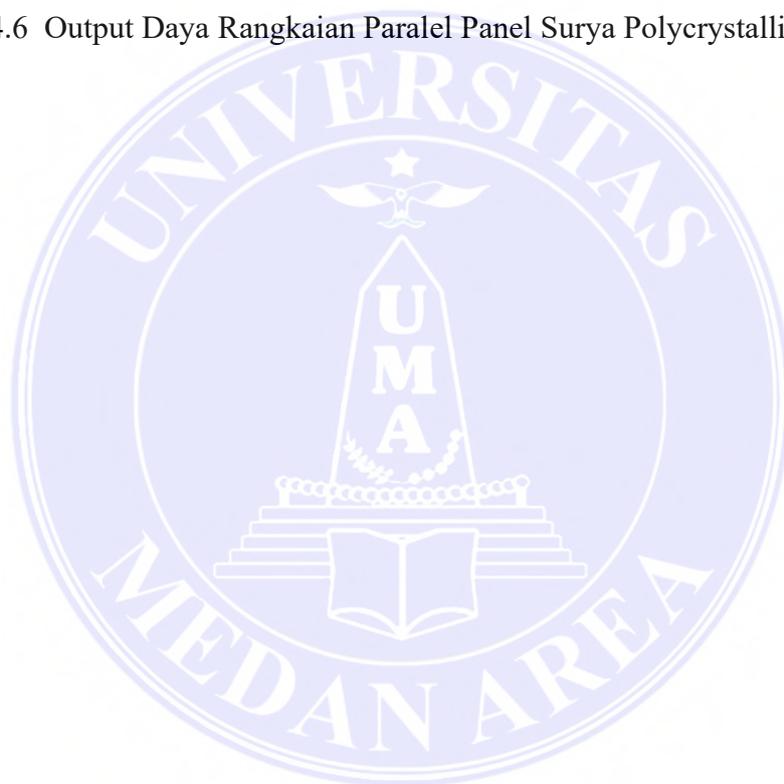
3.5 Blok Diagram .....	22
3.6 Prosedur Kerja.....	22
3.8 Parameter Yang Akan Di Analisi.....	23
3.8 Sfesifikasi Alat Dan Bahan .....	24
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
4.1 Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	26
4.2 Hasil Output Daya Panel Surya Monocrystalline 1 .....	27
4.3 Tabel Output Daya Panel Surya Monocrystalline 2.....	29
4.4 Hasil Output Daya Panel Surya Polycrystalline 1.....	31
4.5 Tabel Output Daya Panel Surya Polycrystalline 2.....	33
4.6 Hasil Output Daya Paralel Panel Surya Monocrystalline .....	35
4.7 Tabel Output Daya Paralel Panel Surya Monocrystalline.....	35
4.8 Hasil Output Daya Rangkaian Paralel Panel Surya Polycrystalline .....	38
4.9 Tabel Output Daya Paralel Panel Surya Polycrystalline.....	38
4.10 hasil Output Daya Kombinasi Panel Surya Polycrystalline Dan Monocrystalline.....	41
4.11 Tabel Output Daya Kombinasi Panel Surya Polycrystalline Dan Monocrystalline.....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan .....	40
5.2 Saran.....	41

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Panel Surya.....	7
Gambar 2.2 baterai lithium ion .....	10
Gambar 2.3 baterai asam timbal .....	11
Gambar 2.4 baterai flow.....	12
Gambar 2.5 baterai vrla.....	13
Gambar 2.6 baterai lifo .....	14
Gambar 2.7 inverter .....	15
Gambar 2.8 sholar charger control.....	17
Gambar 2.9 mc4.....	18
Gambar 2.10 kabel .....	18
Gambar 2.11 low voltage disconnect.....	19
Gambar 3.1 flow chart.....	21
Gambar 3.2 blok diagram.....	22
Gambar 3.3 cara kerja panel surya.....	23
Gambar 4.1 instalasi plts .....	26
Gambar 4.2 rangkaian paralel monocrystalline .....	27
Gambar 4.3 rangkaian paralel polycrystalline .....	29
Gambar 4.4 rangkaian kombinasi panel surya .....	32

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi alat dan bahan .....	24
Tabel 4.1 Output Daya Panel surya Monocrystalline 1 .....	27
Tabel 4.2 Output Daya Panel surya Monocrystalline 2 .....	30
Tabel 4.3 Output Daya Panel Surya Polycrystalline 1 .....	32
Tabel 4.4 Output Daya Panel Surya Polycrystalline 2 .....	34
Tabel 5.5 Output Daya Rangkaian Paralel Panel Surya Monocrystalline. ....	35
Tabel 4.6 Output Daya Rangkaian Paralel Panel Surya Polycrystalline.....	38



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan energi terbarukan saat ini banyak di bicarakan dan pemakaiannya di belahan dunia terlebih sekarang ini banyak di bahas serta banyak di lakukan penelitian energi energi apa saja yang dapat di manfaatkan atau yang dapat di kembangkan terutama di bidang listrik, karena tidak dapat di pungkiri peran listrik sangat penting bagi kemajuan teknologi yang sekarang dipakai dan di nikmati. Terutama energi panas matahari adalah energi atau sumber panas yang dapat di rasakan di seluruh dunia karena hampir 80% tempat di dunia ini di sinari matahari (Mungkin et al., 2020a)

Pemanfaatan energi matahari sebagai energi yang dapat di konversi menjadi energi listrik adalah alternative yang dapat di lakukan untuk mensuplay energi listrik selain energi yang di dapat kan secara gratis juga ramah lingkungan untuk mengurangi polusi udara atau pemanasan global, seperti yang di ketahui kebanyakan pembangkit listrik saat ini banyak menggunakan bahan bahan yang menimbulkan polusi udara dan pemanasan global seperti, pembangkit listrik tenaga diesel, pembangkit listrik tenaga nuklir. Dan dengan ketersediaan pembangkit konvensional yang tahun demi tahun semakin berkurang, maka pemanfaatan energi terbarukan seperti energi matahari menjadi salah satu pilihan yang dapat di ambil. (Mungkin et al., 2020b)

Dalam pemasangan panel surya ada beberapa cara yang dapat di lakukan seperti membuat rangkaian paralel, membuat rangkaian seri serta dapat mengkombinasikan beberapa panel surya pada pembangkit listrik tenaga surya

peran baterai merupakan peran pokok karena baterai yang menyimpan energi yang dihasilkan dari panel surya maka dalam hal ini perlu dilakukan pengontrolan baterai agar, pengontrolan baterai ini sendiri bertujuan untuk menjaga serta merawat baterai agar dapat dipakai dengan jangka waktu yang lama. (Ubaidilah, 2020) .

Sumatera Utara terkhusus daerah Medan seharusnya juga dapat memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi listrik. panel surya adalah komponen yang digunakan untuk mengkonversi energi matahari, panel surya yang tersusun atas beberapa sel surya bekerja dengan menerima panas matahari dan pada panel surya akan terjadi efek fotovoltaik yang kemudian elektron-elektron pada sel surya akan mengkonversinya menjadi energi listrik yang kemudian akan disimpan pada baterai.

## 1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mengkombinasi panel surya
2. Bagaimana cara mengukur output daya pada panel surya *Polycrystalline* dan *Monocrystalline*

## 1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan rangkaian parallel pada panel surya
2. Dengan melakukan pengukuran output daya pada panel surya

#### 1.4 Batasan masalah

Batasan batasan masalah yang meliputi pada penelitian ini antara lain:

1. Pada penelitian ini hanya melakukan pengukuran output daya pada panel surya
2. Pada penelitian ini pengukuran di lakukan tanpa beban, seperti lampu, kipas
3. Panel surya yang di gunakan hanya tipe *polycrystalline* dan *monocrystalline*

#### 1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang di harapkan dapat tercapai pada penelitian ini yaitu antara lain:

1. Dapat mengetahui bagaimana cara mengkombinasi panel surya
2. Dapat menerapkan pelajaran saat perkuliahan

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Energi Terbarukan

EBT atau New Sustainable power merupakan sumber energi yang tidak berbahaya bagi ekosistem dan dapat mengisi ulang energi itu sendiri dalam jangka waktu yang singkat. Sama sekali tidak seperti energi fosil yang menghabiskan sebagian besar hari untuk mengirimkan energi sekali lagi. Energi baru terbarukan, misalnya panas matahari, panas bumi, angin, air, biofuel, biomassa, biogas, dan pasang surut air laut. Masalah energi bukanlah masalah standar. (Azhar & Satriawan, 2018)

Energi adalah perangkat penting karena semua kerangka kerja dan elemen kehidupan saat ini sangat bergantung pada aksesibilitas energi. Di Indonesia, potensi pembangkit listrik ramah lingkungan sangat besar karena kondisi geologi Indonesia yang sangat stabil, salah satunya energi berbasis matahari. Kemampuan energi matahari di Indonesia sangat besar namun pemanfaatannya masih belum optimal. Sumber energi berbasis sinar matahari yang berasal dari matahari, membuat aksesibilitasnya bisa didapat dengan gratis. Energi berbasis sinar matahari tidak menimbulkan pencemaran dan pelepasan gas sehingga dapat mengurangi perubahan cuaca yang tidak wajar. Juga bahwa jenis pembangkit listrik berorientasi matahari serbaguna sehingga cenderung didasarkan pada transportasi, tempat kerja, daerah yang jauh untuk lingkup yang sangat besar untuk tujuan grid. (T. Haryono, 2015)

## 2.2 Prinsip kerja panel surya

Penggunaan listrik mulai mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir. Berbagai langkah penemuan energi baru terbarukan mulai dilakukan di Indonesia. Penggunaan listrik mulai mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir. Berbagai langkah penemuan energi baru terbarukan mulai dilakukan di Indonesia. Salah satu yang banyak dilirik adalah pemanfaatan energi surya untuk pembangkit listrik tenaga surya. Banyak kota-kota besar di Indonesia sudah memanfaatkan panel surya untuk berbagai keperluan seperti mesin irigasi atau produksi listrik lampu jalanan. Panel surya adalah kumpulan sel surya yang ditata sedemikian rupa agar efektif dalam menyerap sinar matahari. Sedangkan yang bertugas menyerap sinar matahari adalah sel surya. Sel surya sendiri terdiri dari berbagai komponen photovoltaic atau komponen yang dapat mengubah cahaya menjadi listrik. Umumnya sel surya terdiri dari lapisan silikon yang bersifat semikonduktor, metal, anti reflektif, dan strip konduktor metal. Banyaknya sel surya yang disusun untuk menjadi panel surya akan berbanding lurus dengan energi yang dihasilkan.

Dalam artian semakin banyak sel surya yang digunakan, maka semakin banyak pula energi matahari yang dikonversi menjadi energi listrik. Prinsip kerja sel surya dimulai dari partikel yang disebut "Foton" yang merupakan partikel sinar matahari yang sangat kecil. Ketika foton tersebut menghantam atom semikonduktor sel surya sehingga dapat menimbulkan energi yang besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan negatif akan bebas bergerak pada daerah pita konduksi dari material semi konduktor, sehingga atom yang kehilangan elektron. Kekosongan pada strukturnya dan disebut "hole"

dengan muatan positif. Daerah semi konduktor dengan elektron bebas bersifat negatif dan bertindak sebagai donor elektron yang disebut dengan semi konduktor tipe N. Sedangkan daerah semi konduktor “hole” sebagai penerima elektron dinamakan semi konduktor tipe P. Persimpangan daerah positif dan negatif akan menimbulkan energi yang mendorong elektron dan hole bergerak ke arah berlawanan.

Elektron bergerak menjauhi daerah negatif, dan hole menjauhi daerah positif. Ketika diberikan sebuah beban berupa lampu atau perangkat listrik lainnya, maka akan menimbulkan arus listrik. Sederhananya, ketika sel surya menyerap cahaya, maka akan ada pergerakan antara elektron di sisi positif dan negatif. Adanya pergerakan ini menciptakan arus listrik sehingga dapat digunakan sebagai energi bagi alat-alat elektronik.

### **2.3 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)**

Pada pembangkit listrik tenaga surya, selain panel surya itu sendiri ada beberapa komponen pendukung agar pembangkit listrik panel surya dapat ini dapat bekerja optimal dan sesuai yang di harapkan, Adapun komponennya sebagai berikut:

#### **2.2.1 Panel surya**

Bagian terkecil dari modul berbasis sinar matahari adalah sel berbasis matahari yang dibentuk pada fotodiode yang sangat besar dan dapat menghasilkan tenaga listrik. Fotovoltaik terdiri dari dua jenis bahan semikonduktor yang berbeda yang dihubungkan melalui persimpangan, kemudian, pada saat itu, ketika disajikan ke siang hari di permukaannya, itu akan diubah menjadi energi listrik. Untuk

menjadi mahir dan banyak kekuatan, sel-sel berbasis sinar matahari diatur ke dalam papan yang disebut modul bertenaga matahari.(Tiyas, 2020)



Gambar 2:1 panel surya

Sumber: <https://www.amazon.com/Nicesolar-Foldable-Portable-Charger>

### 2.2.2 Panel surya tipe polycrystalline

Panel Surya *Polycrystalline Silicon* merupakan terbosan panel surya dengan teknologi terbaru dengan material yang tersusun dari batang silikon yang kemudian dicairkan. Rekomendasi panel surya ini juga memiliki teknologi panel surya terbaru, dimana segi susunan dari panel surya ini sudah tersusun lebih rapi dan lebih rapat. Panel Surya *Polycrystalline Silicon* ini juga memiliki tampilan yang unik karena akan terkesan seperti terdapat retakan-retakan di dalam panel surya. Hampir sama seperti kebanyakan panel surya pada umumnya, Teknologi yang digunakan oleh panel surya jenis ini juga kurang maksimal digunakan pada kondisi mendung dan berawan. Rekomendasi panel surya *Polycrystalline Silicon* ini juga memiliki banyak kelebihan yang lainnya. Namun jika dibandingkan dengan efisiensi dari

panel surya *monocrystalline*, panel surya polikristalin silikon ini memiliki efisiensi yang lebih rendah. Oleh karena itu untuk menghasilkan tenaga listrik dengan jumlah yang sama, rekomendasi panel surya dengan teknologi yang satu ini membutuhkan penampang yang lebih besar. (Pebriningtyas et al., 2013).

### 2.2.3 Panel surya tipe *monocrystalline*

*Monocrystalline Silicon* merupakan jenis panel surya yang paling banyak digunakan di Indonesia. Hal ini pun bukan tanpa alasan, Panel Surya jenis *Monocrystalline Silicon* memiliki kelebihan-kelebihan yang dimilikinya. Panel surya jenis ini merupakan panel surya yang terbuat dari material silikon yang diiris tipis-tipis dengan menggunakan mesin. Melihat kelebihannya, Panel Surya *Monocrystalline Silicon* ini bisa disebut sebagai salah satu panel surya yang paling efektif dan efisien untuk digunakan. Hal ini karena Panel Surya *Monocrystalline Silicon* dapat menyerap sumber energi cahaya matahari dengan sangat efisien jika dibandingkan dengan bahan sel surya yang lainnya.

### 2.2.4 Panel surya tipe *thin film*

Panel surya film tipis terbuat dari film tipis semikonduktor yang diaplikasikan pada kaca, plastik, atau logam. Film-filmnya sangat tipis, seringkali 20 kali lebih tipis dari wafer silikon kristal. Hal ini membuat panel surya film tipis fleksibel dan ringan. Jika sel film tipis terbungkus plastik, produk bisa cukup fleksibel untuk dibentuk, contohnya dapat bentuk atap. Namun, jika dibungkus menggunakan kaca (AFIF & Alwani, 2018)

Panel surya film tipis lebih kaku dan otomatis lebih berat. Ada tiga jenis material yang umum digunakan pada panel surya film tipis, yaitu silikon amorf (a-Si), kadmium tellurida (CdTe), dan tembaga indium gallium selenide (CIGS) atau

CIS bebas galium. Silikon amorf (a-Si) adalah teknologi film tipis tertua. Menggunakan deposisi uap kimia untuk menempatkan lapisan tipis silikon ke dasar kaca, plastik, atau logam. Ini tidak beracun, menyerap berbagai spektrum cahaya dan berkinerja baik dalam cahaya rendah, tetapi kehilangan efisiensi dengan cepat. Salah satu contoh dari penggunaan dari sel a-Si adalah Kalkulator. Efisiensi tertinggi yang tercatat untuk sel a-Si adalah 13,6%. Kadmium tellurida (CdTe) adalah teknologi surya film tipis yang paling umum digunakan.

Sebuah perusahaan di Amerika, First Solar membuat panel surya film tipis menggunakan kadmium dan telurium yang diaplikasikan pada kaca. dan hasilnya pada tahun 2016, First Solar berhasil mencapai rekor efisiensi sel CdTe terbesar di dunia 22,1%, meskipun modul rata-ratanya 17%. Modul CIS dan CIGS biasanya diproduksi menggunakan co-evaporation atau co-deposition. Tembaga, indium, selenide, dan (kadang-kadang) galium diendapkan ke substrat pada suhu yang berbeda untuk bercampur. Perusahaan Jepang yang bernama Solar Frontier memiliki rekor efisiensi sel CIS 22,9%, sedangkan modul penuhnya rata-rata lebih rendah dan mencapai puncaknya pada 180 W. Perusahaan Amerika, MiaSolé juga membuat modul film tipis CIGS fleksibel dengan rata-rata efisiensi 16,5% dan mungkin mencapai puncaknya pada 250 W.

### 2.2.5 Baterai

Baterai adalah alat yang dapat menyimpan dan mengalirkan arus listrik baik itu baterai yang dapat di isi ulang atau yang tidak dapat di *charging* dan baterai yang tidak dapat di isi ulang atau tidak dapat di *charging* yang dapat di gunakan pada perangkat elektronik seperti *handphone, remote, laptop* yang sumber energi

listriaknya atau penyimpanan menggunakan baterai. Tak terlepas dari itu baterai juga digunakan pada penyimpanan arus listrik pada sistem PLTS. (Iskandar et al., 2021)

### 2.2.6 Baterai Lithium Ion

Baterai lithium Ion adalah Baterai lithium merupakan baterai isi ulang yang bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan. Arahnya akan kembali saat dicharger dan memakai senyawa litium yang berbahan elektroda. Baterai jenis ini memiliki kepadatan pada energi yang terbaik, tidak ada efek negatif terhadap memori, dan juga tidak akan kehilangan isi saat tidak digunakan. (Pebriningtyas et al., 2013)



Gambar 2.2 Baterai Lithium

Sumber: [https://www.amazon.com/s?k=bateria+lithium&crd=2F93K98UIB7ZG&srefix=baterai+li%2Caps%2C732&ref=nb\\_sb\\_ss\\_sc\\_2\\_10](https://www.amazon.com/s?k=bateria+lithium&crd=2F93K98UIB7ZG&srefix=baterai+li%2Caps%2C732&ref=nb_sb_ss_sc_2_10)

### 2.2.7 Baterai Asam Timbal

Baterai asam timbal adalah (berasal dari bahasa Inggris *accu*, singkatan dari *accumulator*) merupakan jenis baterai isi ulang pertama yang ditemukan oleh fisikawan Prancis Gaston Planté pada tahun 1859. Meskipun baterai ini tidak cocok untuk menyimpan banyak energi (karena rasio energi:berat yang kecil), baterai ini memiliki lonjakan arus yang tinggi ketika pertama kali dinyalakan (*inrush current*). Akibat sifat ini, baterai ini digunakan pada kendaraan bermotor untuk menyediakan arus tinggi saat proses menyalakan mesin (*starter*). (Retno Aita Diantari, Erlina, 2017)

Karena baterai jenis ini lebih murah dibanding dengan baterai yang berteknologi lebih baru, baterai asam timbal banyak digunakan (meskipun *inrush current* tidak terlalu dibutuhkan, ataupun baterai jenis lain memiliki kepadatan energi yang lebih tinggi). Baterai asam timbal digunakan sebagai sumber listrik cadangan pada tower BTS, rumah sakit, dan pembangkit listrik skala kecil. Untuk keperluan ini, baterai asam timbal dimodifikasi agar mampu lebih lama menyimpan energi dan mengurangi ongkos pemeliharaan.



Gambar 2.3 Baterai Asam Timbal

Sumber: [https://www.amazon.com/s?k=baterai+lead+acid&crd=3G2HL07HXBN T0&sprefix=baterai+lead+acid%2Caps%2C1393&ref=nb\\_sb\\_noss](https://www.amazon.com/s?k=baterai+lead+acid&crd=3G2HL07HXBN T0&sprefix=baterai+lead+acid%2Caps%2C1393&ref=nb_sb_noss)

### 2.2.8 Baterai Flow

Baterai flow adalah baterai terbaik untuk kegunaan skala besar. Karena cara kerjanya, baterai harus sangat besar untuk menampung sejumlah besar energi dan butuh anggaran lebih besar untuk membelinya. Karena hal inilah yang menjadikan baterai flow menjadikannya pilihan yang kurang populer untuk kebutuhan rumah tangga.



Gambar 2.4 baterai flow

Sumber: [https://www.amazon.com/s?k=baterai+flow&crd=1JIVKQBFCP4R1&sprefix=baterai+flow%2Caps%2C1524&ref=nb\\_sb\\_noss](https://www.amazon.com/s?k=baterai+flow&crd=1JIVKQBFCP4R1&sprefix=baterai+flow%2Caps%2C1524&ref=nb_sb_noss)

### 2.2.9 Baterai VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*)

Baterai *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) hanyalah baterai timbal-asam di mana elektrolit telah diimobilisasi untuk menggabungkan kembali hidrogen dan oksigen. Ini memiliki konstruksi tertutup dengan katup pelepas tekanan untuk mencegah gas keluar, inilah yang memberinya namanya. Karena elektrolit tidak lagi dalam keadaan cair, baik karena dicampur dengan bubuk silika untuk membentuk gel atau diserap ke dalam tikar kaca bertekstur halus, gas yang dihasilkan tidak

bebas membentuk gelembung dan naik ke permukaan elektrolit. Sebaliknya, mereka terperangkap dalam matriks yang tidak bergerak dan dipaksa untuk melakukan perjalanan ke kutub yang berlawanan oleh gradien tekanan yang dihasilkan saat diisi. Dalam cairan bebas, ini tidak mungkin. Dalam baterai VRLA, oksigen yang dihasilkan di positif bermigrasi ke negatif di mana direduksi untuk membentuk air.



Gambar 2.5 Baterai VRLA

Sumber: [https://www.amazon.com/s?k=baterai+Valve+Regulated+Lead+Acid&crd=1L5WMMGX15ACL&sprefix=baterai+valve+regulated+lead+acid+%2Caps%2C1163&ref=nb\\_sb\\_noss](https://www.amazon.com/s?k=baterai+Valve+Regulated+Lead+Acid&crd=1L5WMMGX15ACL&sprefix=baterai+valve+regulated+lead+acid+%2Caps%2C1163&ref=nb_sb_noss)

### 2.2.10 Baterai lipo (*Lithium Polymer*)

Baterai Lithium Polymer adalah salah satu jenis baterai isi ulang (*Rechargeable Battery*) yang dikembangkan dari baterai Lithium Ion. Menggunakan Elektrolit Polimer semi solid seperti Gel yang memiliki spesifikasi energi lebih tinggi dan cepat dari pada baterai Lion Biasa. (Ainuddin, 2017)

### 2.2.11 Inverter

Inverter adalah converter tegangan arus yang mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC yang simetris dengan besar magnitudo dan frekuensi yang diinginkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Saodah, 2019) yang menyatakan bahwa fungsi dari sebuah inverter adalah untuk mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC yang simetris dengan besar magnitudo dan frekuensi yang diinginkan. Tegangan keluaran dapat bernilai tetap atau berubah-ubah pada frekuensi tetap atau berubah-ubah. Tegangan keluaran yang berubah-ubah.(Apriani & Barlian, 2018)



Gambar 2.7 inverter

Sumber: [https://www.amazon.com/s?k=inverter&ref=nb\\_sb\\_noss](https://www.amazon.com/s?k=inverter&ref=nb_sb_noss)

Dapat diperoleh dengan memvariasikan tegangan masukan DC dan menjaga penguatan inverter bernilai tetap. Sebaliknya jika tegangan masukan DC tetap dan tidak terkontrol, tegangan keluaran yang berubah ubah dapat diperoleh dengan memvariasikan penguatan dari inverter. Variasi penguatan inverter biasanya diperoleh dengan menggunakan pengendali Pulse-WidthModulation (PWM) dan Sinusoidal Pulsa Width Modulation (SPWM) yang ada di dalam

inverter. Bentuk gelombang keluaran dari sebuah inverter ideal seharusnya berupa gelombang sinusoidal murni. Namun demikian, bentuk gelombang keluaran inverter tidak berupa gelombang sinusoidal murni dan memuat harmonisa. Harmonisa dapat dihilangkan dengan pemasangan filter dan dengan teknik switching. Tidak hanya berfungsi sebagai perubahan tegangan inverter juga ada yang dapat memvariasikan kecepatan motor dengan merubah variabel frekuensinya.

### 2.2.12 Solar Charger Control (SCC)

Dalam penggunaan panel surya dengan sistem *off-grid*, terdapat sebuah alat yang penting untuk diperhatikan. Alat tersebut adalah SCC (*Solar Charge Controller*), terpasang di antara panel surya dan baterai. SCC adalah sebuah alat elektronik yang berguna mengatur arus listrik yang masuk ke dalam baterai, dan berfungsi untuk menyesuaikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai, supaya baterai tidak mengalami *overcharge* atau kelebihan pengisian yang berakibat baterai bisa cepat rusak.



Gambar 2.8 Solar Charger Control

Sumber: [https://www.amazon.com/s?k=solar+charge+controller&crid=18TMPDDOKHYJC&srefix=sholar+charger+c%2Caps%2C2072&ref=nb\\_sb\\_ss\\_s\\_c\\_2\\_14](https://www.amazon.com/s?k=solar+charge+controller&crid=18TMPDDOKHYJC&srefix=sholar+charger+c%2Caps%2C2072&ref=nb_sb_ss_s_c_2_14)

Dengan begitu, baterai selalu dalam keadaan kondisi penuh, tetapi tanpa harus *overcharge*. Menghindari baterai *Over Discharge* atau baterai dalam keadaan lemah. Artinya, apabila baterai dalam kondisi lemah atau tegangannya turun terlalu rendah, SCC akan menghentikan aliran ke beban. Ini penting, karena apabila baterai dalam kondisi tegangan sangat rendah, baterai akan cepat rusak. Menghentikan arus terbalik ketika tidak ada sumber energi matahari yang memadai. Ketika mendung yang sangat gelap atau pada malam hari, baterai tidak bisa di *charge*. Itu memungkinkan terjadinya aliran listrik dari baterai ke solar panel, Dengan adanya SCC, hal itu tidak akan terjadi. (Nguyen et al., 2013)

### 2.2.13 MC4 (CONECTOR)

Mc4 atau *conector* adalah alat yang di gunakan pada panel surya ketika ingin menyambungkan kabel panel surya ke beban atau SCC.



Gambar:2:9mc4

Sumber: [https://www.amazon.com/s?k=mc4+connector&crd=13F9ADMRG7U73&prefix=mc4%2Caps%2C566&ref=nb\\_sb\\_ss\\_ts-doa-p\\_1\\_3](https://www.amazon.com/s?k=mc4+connector&crd=13F9ADMRG7U73&prefix=mc4%2Caps%2C566&ref=nb_sb_ss_ts-doa-p_1_3)

Penggunaan *conektor* ini untuk mempermudah dalam penyambungan kabel, konektor ini dapat di gunakan untuk memparelel beberapa panel surya dan juga untuk pemasangan secara seri, konektor ini mempunyai dua bentuk *female* dan *male* pada *female* itu untuk sambungan pada kutub positif panel surya dan *male* pada negative panel surya. Penggunaan *conektor* ini lebih aman dan lebih efisien dari pada melakukan penyambungan dengan kabel biasa, konektor ini bersifat *water proof* atau kedap terhadap air dan lebih tahan juga terhadap panas. Karena pada umumnya pemasangan panel surya di letakkan pada tempat terbuka yang terpapar langsung oleh sinar matahari dan jugak hujan. (Amalia et al., 2022)

#### 2.2.14 Kabel

Dalam pemasangan panel surya biasa nya antara panel surya dan *sholar charger control (SCC)* atau pada baterai jarak nya cukup jauh, maka dari itu di butuhkan kabel untuk menyambungkan, pemilihan kabel perlu di lakukan dalam pemasangan panel surya tidak bisa sembarangan kabel karena nanti nya akan berpengaruh terhadap pengantaran arus dan tegangan dari panel surya, karena kabel harus tahan terhadap panas dan juga tahan air.



Gambar:2:10 kabel

Sumber: <https://www.amazon.com/s?k=cable+solar+panel&crd=1OZWFSW4R3>

[ZXA&srefix=cable+solar+%2Caps%2C1451&ref=nb\\_sb\\_ss\\_ts-doa-p\\_1\\_12](#)

### 2.2.15 Watt Meter

Watt meter merupakan alat ukur yang dapat mengukur volt dan ampere maka dari itu di sebut dengan watt meter, fungsi dari watt meter yaitu untuk memeriksa besaran listrik mulai dari arusnya, hambatan, hingga potensial listrik itu sendiri dengan satuannya adalah “watt”(Dautta et al., 2015)



### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### 3.1 Waktu Penelitian Dan Tempat Penelitian

Waktu yang diperlukan dalam pengerjaan penelitian ini kurang lebih tigabulan.

Hal ini dapat ditunjukkan seperti tampak pada Tabel 3.1. berikut.

**Tabel 3.1.** Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

No	Kegiatan Penelitian	BULAN											
		OKTOBER				NOVEMBER				DESEMBER			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Pengumpulan Alat dan Bahan												
3	Perancangan Alat												
4	Pengumpulan Data												
5	Analisa Data												
6	Penulisan Laporan												

Kegiatan penelitian yang akan di lakukan bertempat di

Nama tempat :CV.ANGKASA MOBIE TECH

Alamat Jalan Sultan Serdang Dusun II,Sena,Batang Kuis Deli Serdang Sumatera

Utara dan Waktu yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah selama kurang lebih 1 bulan

##### 3.2.Bahan Dan Alat

Adapun bahan dan alat yang digunakan penulis pada penelitian ini sebagai berikut:

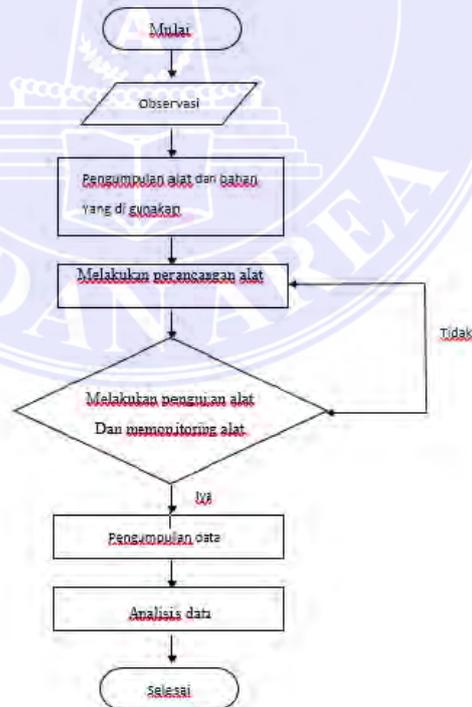
1. 2 unit panel surya tipe *polycrystalline*
2. 2 unit panel surya tipe *monocry*
3. *stalline*1 unit *Sholar Charger Control*
4. unit watt meter

5. 1 unit baterai
6. 2 pasang mc4
7. Kabel secukupnya
8. 1 Watt meter

### 3.3 Metode pengambilan data

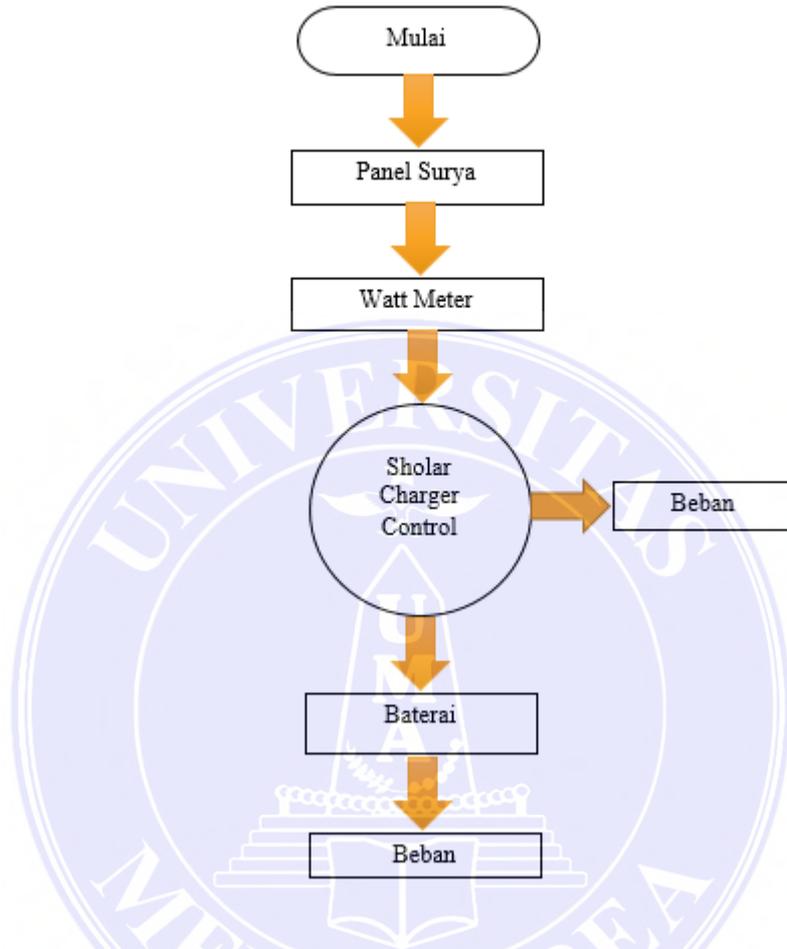
Dalam pengambilan data pada skripsi ini penulis melakukan beberapa tahapan tahapan yang di lakukan secara berurutan dan di lakukan dengan benar guna mendapat kan data yang sesuai dengan kebutuhan penelitian Dan lebih untuk mempermudah penulis dalam pengambilan data penulis membuat flow chat sebagai alir dalam melakukan penelitian,yang selanjutnya flow chat ini sebagai acuan dalam melakukan penelitian ini.

### 3.4 Flow chart



Gambar 3.1 flow chart

### 3.5 Diagram Blok Perancangan Alat



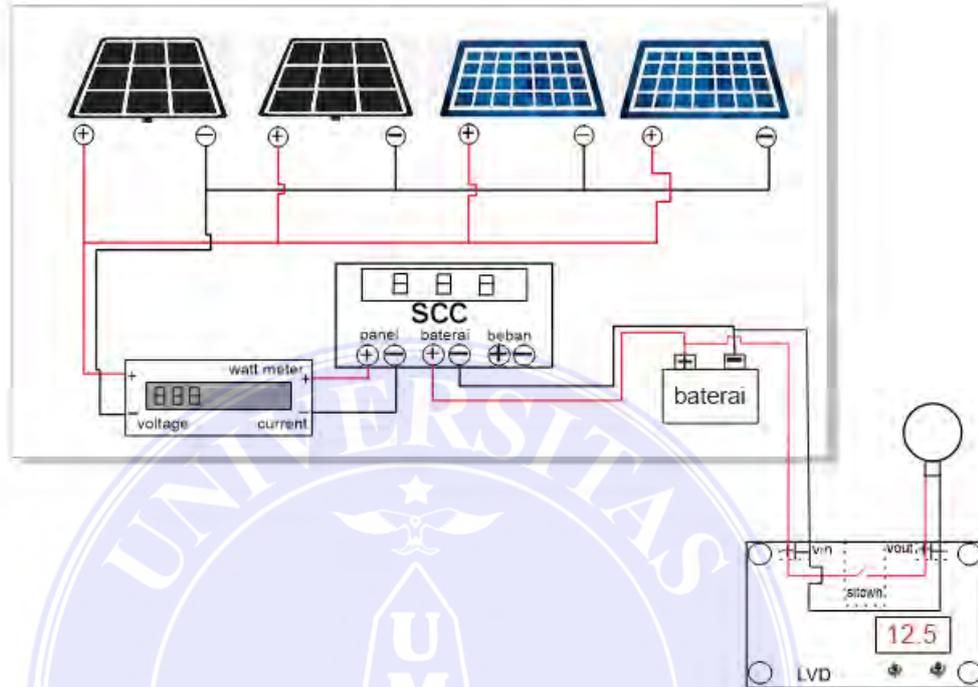
Gambar 3.2 Diagram blok perancangan alat

Berdasarkan blok diagram di atas dapat di jelaskan bahwa pengambilan data pada penelitian ini nantinya akan menggabungkan beberapa komponen dengan fungsi pada masing masing komponen yang berbeda.

### 3.6 Prosedur Kerja

Panel surya akan mendapatkan sinar cahaya matahari yang akan di konversi menjadi energi listrik,kemudian di hubungkan pada watt meter untuk

pembacaan output panel surya berupa arus dan tegangan lalu dihubungkan ke sholar charger control untuk mengatur pengisian pada baterai.



Gambar 3.3 Cara Kerja Panel Surya

### 3.7 Parameter Yang Akan Di Analisis

Pada penelitian ini ada beberapa parameter yang akan di lakukan pengukuran dari output panel surya antara lain.

1. Maximum Power Voltage ( $V_{mp}$ )

Dimana yang di maksud maximum power voltage adalah tegangan yang keluar dari panel surya setelah masuk ke beban.

2. Open circuit voltage ( $V_{oc}$ )

Dimana yang di maksud dengan open circuit voltage yaitu tegangan yang keluar dari panel surya sebelum masuk ke beban, untuk pengukuran di ukur langsung pada kabel dari panel surya yaitu positif dan negatif

3. Maximum power current ( $I_{mp}$ )

Dimana yang di maksud dengan maximum power current adalah arus yang keluar dari panel surya sebelum ke di hubungkan pada beban

4. Short circuit current ( $I_{sc}$ )

Dan yang di maksud dengan short circuit current yaitu arus yang mengalir dari panel surya setelah di hubungkan ke beban.

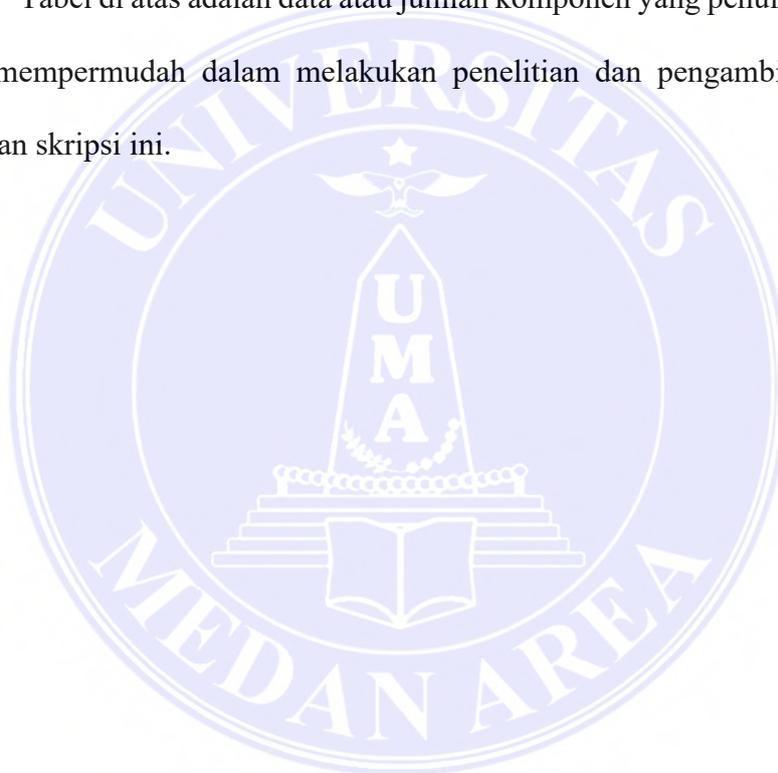
**3.8 Spesifikasi Alat Dan Bahan**

Tabel 3.1 Spesifikasi alat dan bahan

No	Komponen	spesifikasi	Jumlah
1	Panel surya polycrystalline	Maximum Power ( $P_{max}$ ) 120 wp Maximum power current ( $I_{mp}$ ) 6,74 A Maximum power voltage ( $V_{mp}$ ) 17,8 V Oven sircuit voltage ( $V_{oc}$ ) 21,8 V Short sircuit current ( $I_{sc}$ ) 7,33 A	2 Unit
2	Panel surya monocrystalline	Rated Maximum Power 120 wp Maximum power current ( $I_{mp}$ ) 6,53 ampere Voltage At $P_{max}(V_{mp})$ 18,4 volt Oven sircuit voltage ( $V_{oc}$ ) 22,6 volt Short sircuit current ( $I_{sc}$ ) 6,92 ampere	2 Unit
3	Watt Meter	60 Ampere	1 Unit
4	Sholar Charge Control	Pulse Width Modulation(PWM) 12 Volt 30 Ampere	1 Unit

5	Baterai	<i>Valve Regulated Lead Acid (VRLA)</i> 12 Volt 100 Ampere	1 Unit
6	Laptop	Lenovo	1 Unit
7	Conektor	MC4	4 unit
8	Kabel	NYM	Secukupnya

Tabel di atas adalah data atau jumlah komponen yang penulis gunakan dan untuk mempermudah dalam melakukan penelitian dan pengambilan data pada penulisan skripsi ini.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini kesimpulan yang dapat di ambil dengan jumlah *watt peak* (WP) yang sama dan dalam kondisi cuaca yang sama bahwa dalam menghasilkan energi listrik panel surya *monocrystalline* lebih baik dari pada panel surya *polycrystalline*.

Untuk membuat rangkaian paralel maupun seri kita tidak hanya focus pada panel yang di gunakan tetapi juga ada aspek yang tidak kalah penting yang harus di perhatikan yaitu komponen komponen pendukung lainnya yang kita gunakan seperti, *Sholar Charger Control*, baterai, spesifikasi komponen ini harus di sesuaikan dengan panel yang digunakan.

Dalam pengisian baterai setiap jam nya dalam satu hari selalu mengalami perubahan di karenakan tegangan yang masuk pada baterai selalu berubah ubah sesuai dengan intensitas cahaya matahari yang di dapatkan oleh panel surya

#### 3.2 Saran

Saran penulis yaitu dalam pemilihan pemakaian *sholar charger control* harus di sesuaikan dengan panel surya yang di gunakan, dan baterai yang di gunakan juga harus di sesuaikan dengan panel surya. untuk kedepan nya penelitian ini hendaknya dapat di lakukan dengan menggunakan sofeware atau aplikasi, tidak dengan cara manual.

## DAFTAR PUSTAKA

- AFIF, M., & Alwani, H. (2018). *Pengaruh Parameter Cahaya Matahari dan Suhu Terhadap Daya Keluaran Panel Surya Thin Film Jenis Amorphous*. [https://repository.unsri.ac.id/12386/%0Ahttps://repository.unsri.ac.id/12386/1/RAMA\\_20201\\_03041281419095\\_0022095702\\_01\\_front\\_ref.pdf](https://repository.unsri.ac.id/12386/%0Ahttps://repository.unsri.ac.id/12386/1/RAMA_20201_03041281419095_0022095702_01_front_ref.pdf)
- Ainuddin, A. (2017). *Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Battery Charging Control System in Solar Power Plant Asma Ainuddin Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin*.
- Amalia, D., Abdillah, H., & Hariyadi, T. W. (2022). Analisa Perbandingan Daya Keluaran Panel Surya Tipe Monokristalin 50wp Yang Dirangkai Seri Dan Paralel Pada Instalasi Plts Off-Grid. *Jurnal Elektro Dan Mesin Terapan*, 8(1), 12–21.
- Apriani, Y., & Barlian, T. (2018). Inverter Berbasis Accumulator Sebagai Alternatif Penghemat Daya Listrik Rumah Tangga. *Jurnal Surya Energy*, 3(1), 203. <https://doi.org/10.32502/jse.v3i1.1233>
- Azhar, M., & Satriawan, D. A. (2018). Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Administrative Law and Governance Journal*, 1(4), 398–412. <https://doi.org/10.14710/alj.v1i4.398-412>
- Dautta, M., Chowdhury, S. M. S. M., Bipu, M. R. H., Nain, M. Z., & Khan, S. I. (2015). Testing and performance analysis of charge controllers for Solar Home System. *8th International Conference on Electrical and Computer Engineering: Advancing Technology for a Better Tomorrow, ICECE 2014*, 313–316. <https://doi.org/10.1109/ICECE.2014.7026923>
- Iskandar, H. R., Elysees, C. B., & Ridwanulloh, R. (2021). Analisis Performa Baterai Jenis Valve Regulated Lead Acid pada PLTS Off-grid 1 kWp. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 13(2), 129–140. <https://doi.org/10.24853/jurtek.13.2.129-140>
- Mungkin, M., Satria, H., Yanti, J., Turnip, G. B. A., & Suwarno. (2020a). *INSTALASI PHOTOVOLTAIC SISTEM OFF-GRID UNTUK LAMPU JALAN*. 7(3), 247–252.
- Mungkin, M., Satria, H., Yanti, J., Turnip, G. B. A., & Suwarno. (2020b). PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN PANEL SURYA POLYCRYSTALLINE MENGGUNAKAN TEKNOLOGI WEB FIREBASE BERBASIS IoT. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 3(2), 319–327.
- Nguyen, T., Kim, H. W., Lee, G. H., & Choi, W. (2013). *Desain dan implementasi pengisi daya surya yang murah dan cepat dengan susunan PV atap*

*kendaraan. 96, 83–95.*

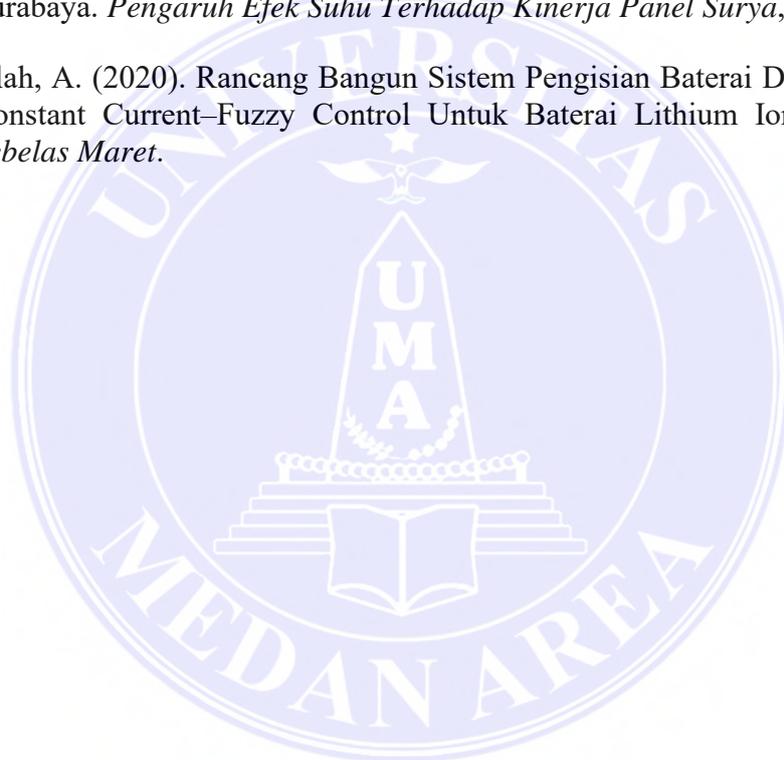
Pebriningtyas, K. M., Musyafa, A., & Indriawati, K. (2013). *kurnia m 2013\_Penelusuran Daya Maksimum Pada Panel . 2(1), 135–140.*

Retno Aita Diantari, Erlina, C. W. (2017). Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. *Energi & Kelistrikan, 9(2), 120–125.*

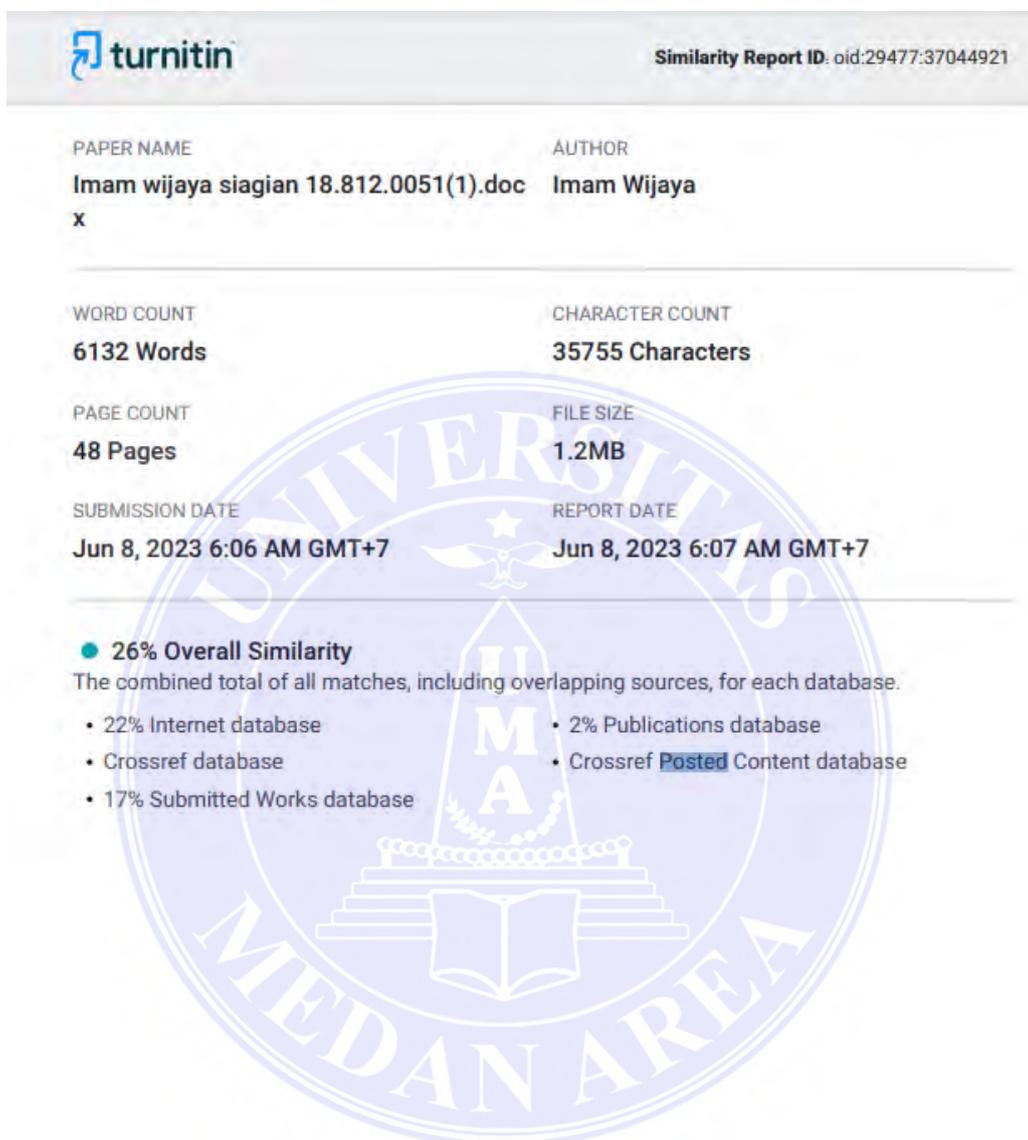
T. Haryono, A. F. J. , S. P. ., (2015). Optimalisasi Energi Terbarukan pada Pembangkit Tenaga Listrik dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi di Margajaya. *Semesta Teknika, 15(1), 22–34.*  
<https://doi.org/10.18196/st.v15i1.440>

Tiyas, P. K. (2020). S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. *Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya, 274–282.*

Ubaidilah, A. (2020). Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai Dengan Metode Constant Current–Fuzzy Control Untuk Baterai Lithium Ion. *Universitas Sebelas Maret.*



## Lampiran Turnitin



**turnitin** Similarity Report ID: oid:29477:37044921

PAPER NAME	AUTHOR
Imam wijaya siagian 18.812.0051(1).doc	Imam Wijaya
x	

---

WORD COUNT	CHARACTER COUNT
<b>6132 Words</b>	<b>35755 Characters</b>
PAGE COUNT	FILE SIZE
<b>48 Pages</b>	<b>1.2MB</b>
SUBMISSION DATE	REPORT DATE
<b>Jun 8, 2023 6:06 AM GMT+7</b>	<b>Jun 8, 2023 6:07 AM GMT+7</b>

---

● **26% Overall Similarity**  
The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 22% Internet database
- 2% Publications database
- Crossref **Posted** Content database
- 17% Submitted Works database