

**ANALISA PENGARUH EFEK INTENSITAS CAHAYA MATAHARI
TERHADAP PANEL SURYA OFF GRID TYPE
MONOCRYSTALLINE BERBASIS
PULSE WIDTH MODULATION**

SKRIPSI

OLEH :

M. FITRA ALAYUBBY

188120008



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

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

Document Accepted 6/1/23

Access From (repository.uma.ac.id)6/1/23

**ANALISA PENGARUH EFEK INTENSITAS CAHAYA MATAHARI
TERHADAP PANEL SURYA OFF GRID TYPE
MONOCRYSTALLINE BERBASIS
PULSE WIDTH MODULATION**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Elektro
Universitas Medan Area

Oleh :

M. FITRA ALAYUBBY
188120008

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

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

Document Accepted 6/1/23

Access From (repository.uma.ac.id)6/1/23

HALAMAN PENGESAHAN


Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Efek Intensitas Cahaya Matahari Terhadap
Panel Surya *Off Grid Type Monocrystalline* Berbasis *Pulse*
Width Modulation

Nama : M Fitra Alayubby


NPM : 18.812.0008

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Habib Satria, S.Pd., MT


Pembimbing I


Syarifah Muthia Putri, ST, MT

Pembimbing II


Dr. Rahmat Syah, S.Kom, M.Kom

Dekan Fakultas Teknik


Habib Satria, S.Pd., MT

Ka. Prodi Teknik Elektro

HALAMAN PERNYATAAN

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

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 13 Desember 2022



M. Fitra Alayubby
18.812.0008

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

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

Nama : M. Fitra Alayubby
NPM : 18.812.0008
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi penegeembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“ Analisa Pengaruh Efek Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Panel Surya Off Grid Type Monocrystalline Berbasis Pulse Width Modulation”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, Mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 13 Desember 2022



M. Fitra Alayubby
18.812.0008

ABSTRAK

Pemanfaatan energi cahaya matahari yang belum optimal di kota medan merupakan suatu kasus yang membutuhkan solusi untuk menyelesaikannya. Hal itu dikarenakan kurangnya pemahaman mengenai konsep kerja dan faktor – faktor yang mempengaruhi efisiensi daya yang dihasilkan oleh panel surya. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh efek intensitas cahaya matahari terhadap panel surya off grid type monocrystalline berbasis pulse width modulation. Berdasarkan penelitian pengaruh efek intensitas cahaya matahari terhadap energi panel surya off grid type monocrystalline berbasis pulse width modulation dapat disimpulkan bahwa efek intensitas cahaya matahari pada cuaca cerah arus yang dihasilkan sebesar yaitu $\geq 13,8$ Ampere. Sedangkan untuk efek intensitas cahaya matahari pada cuaca cerah yaitu : 50000 Lux dapat menghasilkan efisiensi tegangan sebesar 13,86 Volt.

Kata kunci : Panel surya off grid type monocrystalline, Intensitas cahaya, pulse width modulation

ABSTRACT

Utilization of solar energy that is not optimal in the city of Medan is a case that requires a solution to solve it. This is due to a lack of understanding of the concept of work and the factors that affect the efficiency of the power generated by solar panels. The aim of the research was to determine the effect of sunlight intensity on off-grid monocrystalline type solar panels based on pulse width modulation. Based on research on the effect of sunlight intensity on the energy of off-grid monocrystalline type solar panels based on pulse width modulation, it can be concluded that the effect of sunlight intensity on clear weather produces a current of ≥ 13.8 Ampere. As for the effect of sunlight intensity on sunny weather, namely: 50000 Lux can produce a voltage efficiency of 13.86 Volts.

Keywords : *Off grid type monocrystalline solar panel, light intensity, pulse width modulation.*

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan, Sumatra Utara pada tanggal 27 Desember 2000 dari ayah Bahrum dan ibu Julaida. Penulis merupakan anak ke dua dari dua bersaudara.

Tahun 2018 penulis lulus dari SMK Negeri 2 Medan dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area Jurusan Teknik Elektro.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis banyak mendapatkan pengetahuan terutama dalam bidang Teknik Elektro dengan mengikuti praktikum dan mata kuliah yang ada pada perkuliahan, pada tahun 2021 penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Pacific Medan Industri yang berada di Jl. Pulau Nias Selatan IV, Sampali.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis, dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu ini.

Judul yang dipilih dalam analisis penelitian ini adalah “ANALISA PENGARUH EFEK INTENSITAS CAHAYA MATAHARI TERHADAP PANEL SURYA OFF GRID TYPE MONOCRYSTALLINE BERBASIS PULSE WIDTH MODULATION” skripsi ini disusun serta guna menyelesaikan program pendidikan stars 1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Pada kesempatan kali ini juga penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan, baik moral maupun material yang telah diberikan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan penulisan Skripsi ini, terutama kepada :

1. Kedua orang tua saya yang telah mengkuliahkan saya sampai selesai, Yang selalu memberi doa dan dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
4. Bapak Habib Satria, S.Pd, MT selaku ketua program studi Teknik elektro Universitas Medan Area dan selaku Dosen pembimbing I untuk Skripsi ini, yang sudah banyak meluangkan waktu, Tenaga dan pikiran dalam penyusunan proposal tugas akhir ini sampai selesai.

5. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT. selaku dosen pembimbing II untuk Skripsi ini, yang sudah banyak meluangkan waktu, Tenaga dan pikiran dalam penyusunan proposal tugas akhir ini sampai selesai.
6. Seluruh Dosen program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Medan Area yang telah memberikan pengetahuannya ketika mengajar mata kuliah dengan ikhlas kepada penulis
7. Seluru Staff pengajar Universitas Medan Area khususnya Program studi Teknik Elektro
8. Rekan-Rekan kelas saya terkhususnya buat teknik elektro angkatan 2018 dan Kepada semua pihak yang membantu penulisan dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga apa yang telah disajikan dalam skripsi ini dapat bermanfaat dan digunakan sebagai bahan referensi untuk rekan rekan dan pembaca sekalian.

Penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa dapat membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan pada penulis.

Medan, 13 Desember 2022



M. Fitra Alayubby
18.812.000

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN	iv
ABSTRAK	v
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Landasan Teori.....	4
2.1.1. Energi Terbarukan.....	4
2.1.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	5
2.1.3. Prinsip Kerja Sel Surya	6
2.1.4. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya	12
2.1.4.1. Sistem PLTS <i>Off</i> Grid.....	12

2.1.4.2. Sistem PLTS <i>On Grid</i>	13
2.1.4.3. Sitem PLTS Hybrid	14
2.1.5. Konfigurasi Sistem PLTS <i>Off-Grid</i>	15
2.1.5.1. <i>Solar Home System</i> (SHS).....	16
2.1.5.2. PLTS Komunal (terpusat).....	17
2.1.6. Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya	18
2.1.6.1. Panel Surya	18
2.2.6.2. <i>Solar Charge Controller</i>	22
2.2.6.3. Baterai.....	24
2.1.6.4. Inverter	25
2.1.7. Komponen Pendukung Pembangkit Listrik Tenaga Surya	26
2.1.7.1. Alat Proteksi dan Keamanan	26
2.1.7.2. <i>Combiner Box</i>	27
2.1.7.3. Kabel Penghantar.....	28
2.1.7.4. <i>Mounting System</i>	29
2.1.8. Keuntungan dan Kerugian Menggunakan Sistem PLTS	29
2.1.8.1. Kelebihan Penggunaan Sistem PLTS	30
2.1.8.2. Kekurangan Penggunaan Sistem PLTS	31
BAB III. METODELOGI PENELITIAN	32
3.1. Tempat dan waktu Penelitian	32
3.1.1. Tempat Penelitian	32
3.1.2. Waktu Penelitian.....	32
3.2. Blok Diagram Alat	33
3.3. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	35

3.4. Alat dan Bahan Penelitian.....	36
3.5. Pemasangan Instalasi Listrik Seluruh Sistem.....	37
3.6. Spesifikasi Alat	37
3.6.1. Panel Surya 120WP <i>monocrystalline</i> (2 Buah)	37
3.6.2. <i>Solar Charge Controller</i>	38
3.6.3. Baterai	39
3.6.4. Inverter	39
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Umum	40
4.2. Data Hasil Percobaan	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46

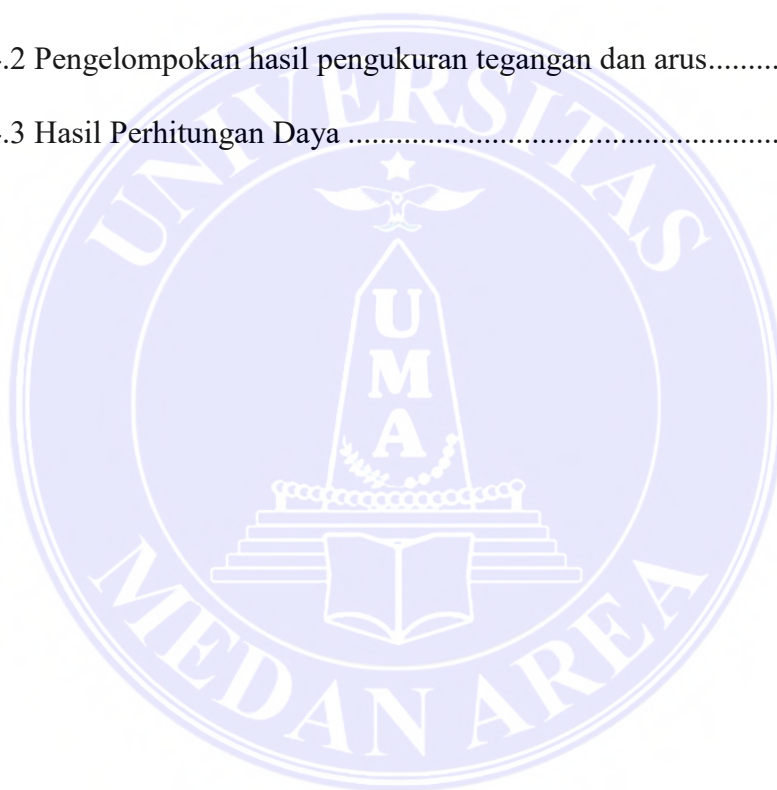
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Konversi cahaya matahari	7
Gambar 2.2 Semikonduktor p dan n	7
Gambar 2.3 Semikonduktor setelah disambung.....	8
Gambar 2.4 Daerah deplesi	8
Gambar 2.5 Timbulnya medan listrik	9
Gambar 2.6 Proses konversi.....	10
Gambar 2.7 Proses konversi cahaya matahari.....	10
Gambar 2.8 Rangkaian uji coba arus	11
Gambar 2.9 Proses konversi energi cahaya menjadi energi listrik.....	12
Gambar 2.10 Skeme PLTS sistem <i>off-grid</i>	13
Gambar 2.11 Skeme PLTS sistem <i>on-grid</i>	14
Gambar 2.12 Skema PLTS sistem hybrid.....	15
Gambar 2.13 Konfigurasi PLTS solar home system.....	16
Gambar 2.14 Konfigurasi PLTS komunal.....	17
Gambar 2.15 Lapisan panel surya	19
Gambar 2.16 Panel jenis monocrytaline	20
Gambar 2.17 Panel jenis polycrystalline	21
Gambar 2.18 Panel jenis thin film.....	21
Gambar 2.19 Solar charge controller tipe MPPT	23
Gambar 2.20 Solar charge controller tipe PWM	23
Gambar 2.21 Baterai	24

Gambar 2.22 Inverter	26
Gambar 2.23 MCB DC	27
Gambar 2.24 <i>Combiner box</i>	28
Gambar 2.25 Kabel NYM	28
Gambar 2.26 Mounting system	29
Gambar 3.1 Blok Diagram Alat	33
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian	35
Gambar 3.3 Instalasi Listrik Seluruh Sistem.....	37
Gambar 3.4 Panel surya <i>monocrystalline</i>	37
Gambar 3.5 <i>Solar Charger Controller</i>	38
Gambar 3.6 Baterai	39
Gambar 3.7 Inverter	39
Gambar 4.1 Grafik Intensitas Cahaya Matahari dari Pukul 07.000 – 18.00 Wib ..41	
Gambar 4.2 Grafik daya dari hasil perhitungan dari pukul 07.00 – 18.00 Wib.....43	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Waktu dan Uraian Kegiatan Penelitian.....	32
Tabel 3.2 Alat yang digunakan	36
Tabel 3.3 Bahan dan komponen yang dibutuhkan untuk elektronik.....	36
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Intensitas cahaya Matahari dari pukul 07.00 – 18.00 wib	40
Tabel 4.2 Pengelompokan hasil pengukuran tegangan dan arus.....	42
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Daya	43



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Negara Indonesia adalah negara tropis dengan tingkat kekuatan berorientasi matahari yang benar-benar signifikan dan memiliki banyak energi berbasis matahari. Dengan asumsi dimanfaatkan secara tepat, energi dari matahari dapat digunakan sebagai energi elektif untuk menggantikan penggunaan energi biasa seperti turunan minyak bumi. Pada tingkat dasar, bahan semikonduktor berfungsi sebagai konverter menjadi energi listrik. Faktor aktual yang mempengaruhi sel berbasis matahari terdiri dari suhu di sekitar iklim dan kekuatan siang hari.

Kota Medan adalah kota yang memiliki panas dan potensi dengan asumsi pengisi daya bertenaga surya diperkenalkan. Pengisi daya bertenaga surya dibagi menjadi dua jenis yang selalu digunakan secara lokal, termasuk jenis polikristalin dan monokristalin. Pada kaidah polikristalin menikmati keuntungan lebih murah dari pada varietas monokristalin, biaya usaha pembangkit listrik berorientasi matahari susun sedangkan pada aturan monokristalin menikmati keuntungan.

Bagian penting dari sel berbasis sinar matahari adalah semacam semikonduktor. Kemudian, pada saat itu dilakukan dengan ide fotovoltaik sehingga dapat mengubah siang hari menjadi energi listrik. Perbedaan presentasi tegangan dan arus yang dihasilkan pada pengisi daya bertenaga sinar matahari dipengaruhi oleh dua batasan, yaitu perubahan iklim dan suhu udara di sekitar papan yang dijalankan. Tegangan dan arus selanjutnya akan langsung sesuai dengan perubahan iklim yang didapat oleh pengisi daya bertenaga surya.

Perbedaan suhu padapengisi daya bertenaga surya juga dipengaruhi oleh keadaan awan di langit, kecepatan angin menuju, dan pengaruh bayangan pada pengisi daya bertenaga sinar matahari. Berdasarkan informasi yang telah diperoleh, perbedaan dan perbedaan suhu yang tidak terduga dapat mempengaruhi penciptaan listrik yang berasal pengisi daya bertenaga surya. Tindakan ini diharapkan dapat memutuskan pelaksanaan transformasi energi dari pengisi daya bertenaga sinar matahari monokristalin matriks non-matriks terhadap perubahan iklim.

1.2. Perumusan Masalah

Dalam penelitian ini, rumusan masalahnya adalah:

1. Berapa besar daya keluaran SCC tipe PWM (P), tegangan (V), dan arus (I) terhadap waktu?
2. Berapa besar nilai efisiensi daya dari SCC tipe PWM ?
3. Pengontrol jenis apa yang terbaik untuk sel surya?

1.3. Batasan Masalah

Keterbatasan penelitian ini pada masalah tersebut adalah:

1. Sistem kendali yang digunakan adalah sistem *off grid*.
2. Penelitian ini hanya mengkaji pada efek intensitas cahaya matahari yang setiap saat berubah saat masuk ke panel surya.
3. Analisis ini hanya membahas pengukuran *input* panel surya dan berlangsung dari pukul 07.00 hingga 18.00, atau pada pagi, siang, dan sore hari.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan studi ini adalah

1. Melakukan pengukuran pada SCC tipe PWM dan daya keluaran (P), tegangan (V), dan arus (I).
2. menentukan nilai efisiensi SCC PWM
3. Memahami pengontrol terbaik untuk sel Matahari.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat berikut diharapkan dapat dihasilkan dari penelitian ini:

1. Mengungkapkan nilai daya (P), tegangan (V), dan arus (I) yang berasal dari SCC tipe PWM.
2. Mengungkapkan informasi tentang efisiensi SCC tipe PWM. .
3. Menemukan informasi jenis pengontrol yang berguna untuk aplikasi sel surya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Energi Terbarukan

EBT atau *New Sustainable power* merupakan sumber energi yang tidak berbahaya bagi ekosistem dan dapat mengisi ulang energi dalam dan dari dirinya dalam waktu 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 (Al Hakim, 2020).

Masalah energi bukanlah masalah standar. 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*.

2.1.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Melalui transformasi sel fotovoltaik, PLTS merupakan sistem pembangkit listrik yang mengubah energi elektromagnetik menjadi energi listrik. Sistem fotovoltaik menggunakan energi matahari untuk menghasilkan listrik. Sel fotovoltaik menghasilkan lebih banyak tenaga listrik semakin kuat radiasi berbasis matahari (cahaya) yang masuk ke dalamnya. Sejumlah besar daya listrik yang dihasilkan sepanjang hari disimpan dalam baterai karena daya sering kali dibutuhkan sepanjang hari, cenderung dipakai kapan saja untuk instrumen daya yang berbeda. Lapisan tipis silikon murni (Si) serta bahan semikonduktor lainnya membentuk sel surya (PT.PLN (Persero), 2014).

Kerangka fotovoltaik seperti kerangka penuai air. Berapa banyak air yang dikumpulkan berbeda bergantung pada iklim, jadi terkadang satu ton air terkumpul, terkadang tidak dalam kondisi apa pun. Dalam kerangka fotovoltaik, berapa banyak daya yang dikumpulkan oleh kerangka fotovoltaik bergantung pada iklim. Pada hari yang cerah, daya yang lebih besar akan dihasilkan, dan pada hari yang teduh, daya yang dihasilkan lebih sedikit.

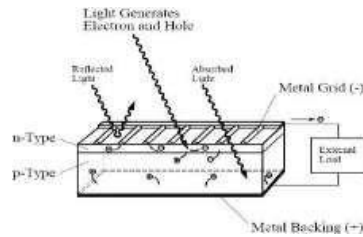
PV jaringan yang lebih kecil dari biasanya pada dasarnya adalah semacam sumber kekuatan, yang dapat dimaksudkan untuk memenuhi ruang lingkup kecil hingga besar secara bebas atau melalui setengah dan setengah daya (digabungkan dengan sumber energi lain) melalui strategi desentralisasi (perumahan, generator) atau teknik terpadu (didistribusikan oleh listrik).

2.1.3. Prinsip Kerja Sel Surya

Menggunakan bahan semikonduktor lain atau lapisan tipis silikon murni (Si) dapat mengubah energi berbasis sinar matahari menjadi arus searah. Karena merupakan komponen alami, silikon merupakan bahan yang banyak digunakan. Silikon adalah semikonduktor yang terkenal karena sifat logam dan non-logamnya. Untuk digunakan sebagai semikonduktor, silikon harus disaring dengan kualitas tinggi. Ketika nilai langsungnya adalah nol, ikatan kovalen selesai dan lengkap. Saat suhu naik, molekul akan menghadapi kondisi getaran hangat. Getaran dengan suhu yang meningkat akan memutuskan beberapa ikatan kovalen (Hartono & Masluchah, 2017).

Bahan semikonduktor yang disimpan di siang hari akan menghasilkan daya dalam jumlah terbatas yang disebut dampak fotolistrik. Dampak ini adalah elektron terlepas dari permukaan logam karena tabrakan cahaya. Dampak ini adalah siklus aktual mendasar dimana fotovoltaiik menyebarkan energi listrik dari energi cahaya. Siang hari terdiri dari partikel berukuran foton dengan banyak energi, yang ukurannya bergantung pada frekuensi jangkauan. Ketika foton-foton ini mengenai sel berbasis sinar matahari, cahaya mereka akan diserap atau dipantulkan, atau ditransmisikan dengan baik. Cahaya berasimilasi menciptakan kekuatan.

Saat tabrakan terjadi, Elektron menerima energi yang dibawa foton dalam iota sel yang berorientasi matahari. Energi yang diperoleh dari foton, membuat elektron terpisah dari efek khasnya dan berubah menjadi arus listrik yang bergerak melalui rangkaian listrik. Munculnya ikatan tersebut, membawa perkembangan suatu pembukaan atau “pembukaan”.



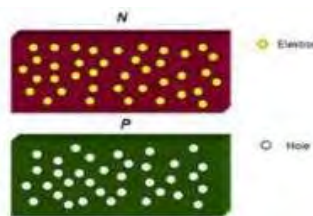
Gambar 2.1 : Konversi cahaya matahari

(Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>)

Karena bahan penyusun sel yang berorientasi pada matahari adalah semikonduktor yang termasuk semikonduktor tipe-n dan tipe-p, cara paling umum untuk mengubah siang hari menjadi energi listrik dapat dibayangkan. Semikonduktor tipe-n memiliki kelimpahan elektron yang negatif ($n = \text{negatif}$) karena kelebihan elektron. Karena banyaknya muatan positif, semikonduktor tipe-p disebut sebagai p ($p = \text{positif}$). Dengan menambahkan bagian lain ke semikonduktor, bagaimana kita mengontrol jenis pengarah.

Persimpangan p-n, juga dikenal sebagai dioda p-n (persimpangan metalurgi), dibuat ketika kedua jenis semikonduktor n dan p ini digabungkan. Hal ini dapat digambarkan sebagai :

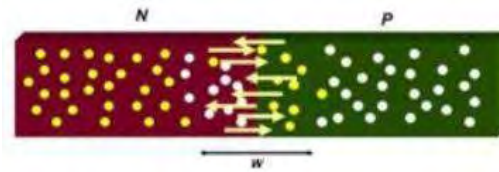
1. Kondisi semikonduktor tipe p-n sebelum dilebur.



Gambar 2.2 : Semikonduktor p dan n

(Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>)

2. Elektron akan ditransfer dari semikonduktor n ke semikonduktor p ketika kedua jenis semikonduktor ini dihubungkan, dan bukaan akan ditransfer dari semikonduktor p ke semikonduktor n.. Pertukaran elektron dan bukaan hanyalah pemisahan khusus dari batas perpotongan yang mendasarinya.



Gambar 2.3 : Semikonduktor setelah disambung

(Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>)

3. Menggabungkan bukaan di semikonduktor p dengan yang ada di semikonduktor n mengurangi jumlah bukaan di semikonduktor p. Jika tidak, wilayah ini akhirnya menjadi lebih bermuatan.. Secara bersamaan, bukaan di semikonduktor p bergabung dengan elektron di semikonduktor n, yang menurunkan jumlah elektron di area ini.. Wilayah iniakhirnya menjadi semakin jelas.

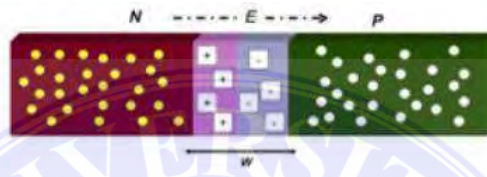


Gambar 2.4 : Daerah deplesi

(Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>)

4. Lokal negatif dan positif ini dikenal sebagai daerah kelelahan yang ditunjukkan oleh huruf W. Di daerah konsumsi ini terdapat banyak keadaan terisi (hole+elektron).

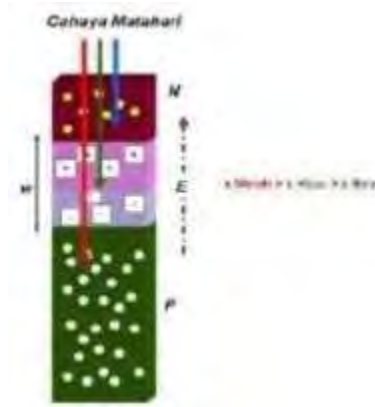
5. Elektron dan bukaan di tempat habis disebut pengangkut muatan minoritas karena mereka ada dalam berbagai jenis semikonduktor. Karena kontras antara muatan positif dan negatif di zona konsumsi menciptakan medan listrik E yang masuk dari sisi positif ke sisi negatif, mencoba menarik elektron dan bukaan kembali ke semikonduktor p.. Medan listrik ini pada umumnya akan melawan pencabutan bukaan dan elektron menuju awal zona kelelahan.



Gambar 2.5 : Timbulnya medan listrik

(Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat>)

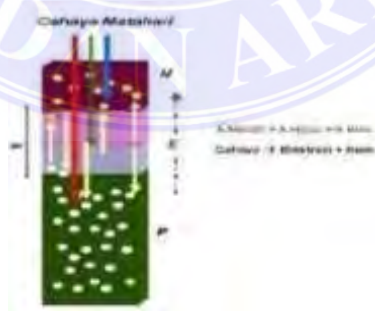
6. Perpotongan p-n pada titik kesepakatan disebabkan oleh adanya medan listrik., yaitu detik di mana proporsi bukaan ditarik kembali ke arah semikonduktor p oleh medan listrik E sebanding dengan jumlah bukaan yang bergerak dari semikonduktor p ke semikonduktor n.
7. Dengan demikian, Semua elektron dan bukaan diciptakan oleh medan listrik E . tidak bergerak mulai dari satu semikonduktor kemudian ke semikonduktor berikutnya. Di persimpangan p-n inilah metode yang terlibat dengan mengubah siang hari menjadi daya terjadi. Untuk motivasi di balik sel-sel berbasis matahari, semikonduktor n terletak di lapisan atas perpotongan p, menghadap matahari dan jauh lebih tipis dari p-semikonduktor, sinar matahari jatuh pada lapisan terluar sel surya



Gambar 2.6 : Proses konversi

(Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>)

Pada titik ketika persimpangan semikonduktor disajikan ke siang hari, elektron akan memperoleh energi dari siang hari dan keberangkatan dari semikonduktor n, distrik kelelahan dan semikonduktor. Pemisahan elektron ini meninggalkan celah di ruang yang fotogenerasi bukaan elektron, yang merupakan pasangan elektron dan bukaan yang dibingkai oleh siang hari, ditinggalkan oleh elektron.

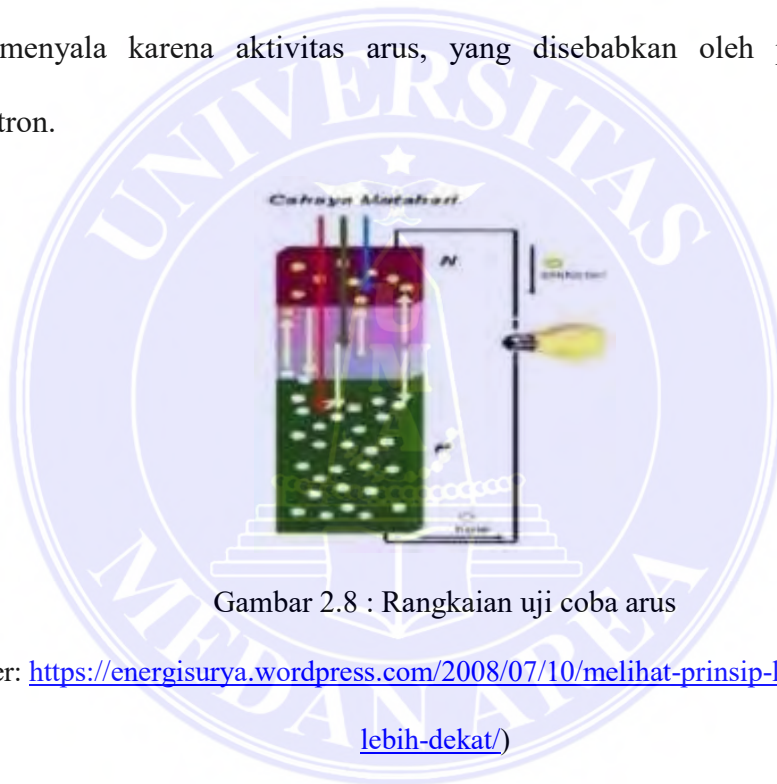


Gambar 2.7 : Proses konversi cahaya matahari

(Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>)

Kisaran merah siang hari dengan frekuensi yang lebih ditarik dapat memasukizona konsumsi sampai dikonsumsi oleh semikonduktor-p, yang pada akhirnya mendorong interaksi fotogenerasi. Rentang biru, yang memiliki frekuensi lebih terbatas, hanya diinvestasikan di lokal n semikonduktor.

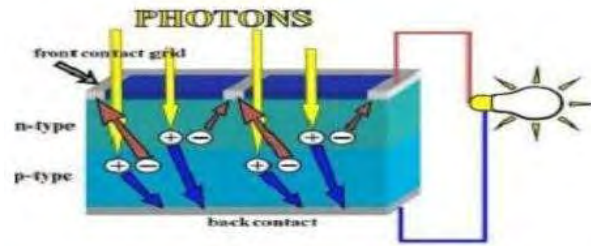
8. Ketika dua komponen semikonduktor menghubungkan sirkuit kabel, elektron akan mengalir melalui kabel. Jika sebuah lampu kecil dihubungkan ke kabel, itu menyala karena aktivitas arus, yang disebabkan oleh perkembangan elektron.



Gambar 2.8 : Rangkaian uji coba arus

(Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>)

Pada umumnya, untuk menyajikan bagaimana sel-sel berbasis matahari bekerja sebagai aturan umum, penggambaran di bawah ini menjelaskan segala sesuatu tentang cara paling umum untuk mengubah siang hari menjadi energi untuk listrik.



Gambar 2.9 : Proses konversi energi cahaya menjadi energi listrik

(Sumber: <https://energisurya.wordpress.com/2008/07/10/melihat-prinsip-kerja-sel-surya-lebih-dekat/>)

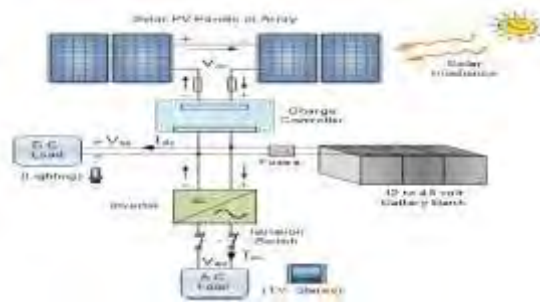
2.1.4. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Secara garis besar, ada 3 rencana pembangkit listrik yang berorientasi matahari, yaitu PLTS *Hybrid*, PLTS *Off-grid/stand-alone*, dan PLTS.

2.1.4.1. Sistem PLTS *Off Grid*

Istilah "*PV Off-Grid*" atau "*PV Stand Alone*" mengacu pada jenis jaringan mini di mana hanya energi berbasis sinar matahari dari pengisi daya surya yang menggerakkan sistem tanpa bantuan dari berbagai jenis generator. Kerangka kerja PLTS *Off-Grid* biasanya digunakan untuk memberi energi pada daerah terbatas atau daerah jauh yang sulit dijangkau oleh organisasi PLN (Naim, 2017).

Untuk sebagian besar di *Off-Grid* PV lebih kecil dari kerangka matriks yang diharapkan, batas baterai harus mengharapkan hari teduh/ Hari Otonomi (DoA) adalah tempat di mana tidak ada matahari. Pada tingkat radiasi 1 kW/m², batas PV harus menyampaikan beban dasar yang diperlukan dan sementara itu, memiliki opsi untuk menuduh baterai ukuran energi yang diperlukan dalam kerangka waktu pelepasan. Berikutnya adalah konspirasi PLTS untuk kerangka Off-Matrix:

Gambar 2.10 : Skeme PLTS sistem *off-grid*

(Sumber: <https://gautamakarisma.wordpress.com/2014/03/17/plts-stand-alone-system/>)

2.1.4.2. Sistem PLTS *On Grid*

Teknologi yang dikenal dengan nama PLTS *On Grid* ini memanfaatkan sel *photovoltaic* atau disebut juga dengan *sun oriented cell* untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Sebuah PLTS yang dapat terhubung langsung dengan pembangkit PLN dan organisasi PLN akan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Surya *On Grid* Pembangkit (PLTS) (Naim & Wardoyo, 2017).

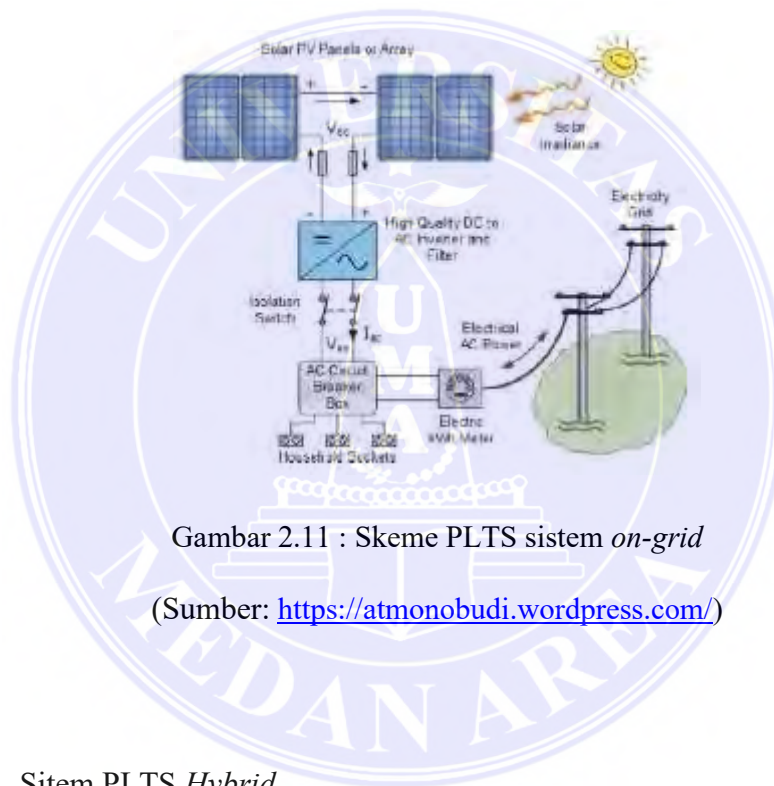
Karena kerangka on-site memiliki jam kerja pada siang hari, maka PLTS dengan susunan *On Grid* masuk akal dimanapun listrik ada. Karena PLTS terhubung dengan kerangka yang ada, maka disebut OnGrid. Tujuan pembangunan PLTS adalah turun pada konsumsi bahan bakar.

Tidak ada baterai dalam jaringan PV skala kecil jenis "on-lattice". Karena PLTS tidak berpengaruh pada kekuatan rangka dasar, kapasitasnya harus dibatasi hingga 20% dari beban normal hari itu. nama lain untuk inverter yang terhubung dengan kerangka PLTS.Matriks daya dapat dilepas (*island frame*) ketika kehilangan tegangan.Kerangka ini bekerja dengan baik di rumah, pusat perbelanjaan, dan tempat kerja sehingga dapat memotong menurunkan biaya

cicilan PLN atau dibayar oleh PLN untuk setiap daya yang diberikan kepada organisasi PLN. Komponen pendukung kerangka umur listrik *on-grid* berbasis surya adalah sebagai berikut:

1. Pengisi daya bertenaga matahari
2. Inverter DC ke AC
3. Papan Sirkulasi

Organisasi PLN/ *Grid*. Berikutnya adalah plot PLTS *On Grid*:



Gambar 2.11 : Skeme PLTS sistem *on-grid*

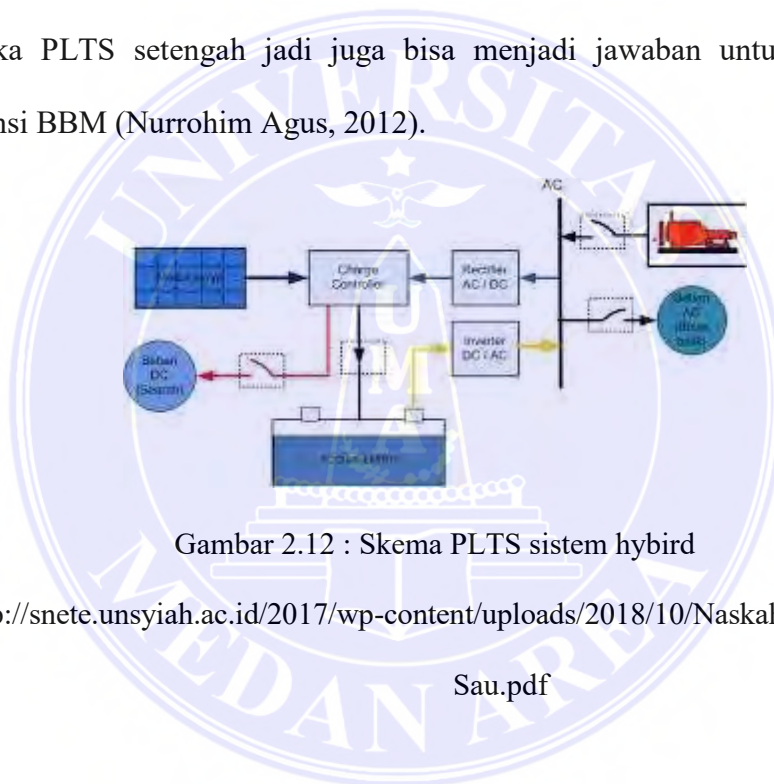
(Sumber: <https://atmonobudi.wordpress.com/>)

2.1.4.3. Sitem PLTS *Hybrid*

Sebuah kerangka kerja kecil PV *crossover* adalah kerangka kerja yang mengkonsolidasikan modul berbasis sinar matahari dengan setidaknya satu pembangkit listrik integral, (misalnya, diesel, gas yang mudah terbakar atau pembangkit listrik tenaga angin). Untuk meningkatkan koordinasi antara pembangkit listrik ini, kerangka kerja jaringan PV yang diperkecil biasanya memerlukan peralatan kontrol yang sangat rumit, berbeda dengan kerangka

matriks kecil PV *off grid* atau kerangka kerja microgrid fotovoltaik terkait jaringan. Misalnya, pada saat menggabungkan atau mengkonsolidasikan

kerangka mikrogrid fotovoltaik dengan pembangkit listrik tenaga diesel: Ketika baterai mencapai tingkat pengosongan tertentu, motor diesel harus mulai, dan harus berhenti ketika baterai dalam kondisi cukup. Generator adalah penguat yang dapat menyuplai daya ke cerobong atau cukup isi baterai. Di daerah provinsi yang sebenarnya mengandalkan PLTD atau genset sebagai sumber energi listrik, kerangka PLTS setengah jadi juga bisa menjadi jawaban untuk mengurangi konsumsi BBM (Nurrohim Agus, 2012).



Gambar 2.12 : Skema PLTS sistem hybrid

<http://snete.unsyiah.ac.id/2017/wp-content/uploads/2018/10/Naskah-7-Matius-Sau.pdf>

2.1.5. Konfigurasi Sistem PLTS *Off-Grid*

PLTS *Stand Alone* adalah nama lain dari PLTS off-grid, yang artinya sistem ini hanya ditenagai oleh *charger* berbasis solar dan tidak menggunakan genset apapun (seperti PLTD). Matahari sangat penting untuk PLTS off-grid. Akibatnya, untuk mempersiapkan kondisi yang tidak ada sinar matahari, PLTS off-grid membutuhkan baterai dengan kapasitas sedang. Ada beberapa model kerangka off-grid, yaitu sebagai berikut:

2.1.5.1. Solar Home System (SHS)

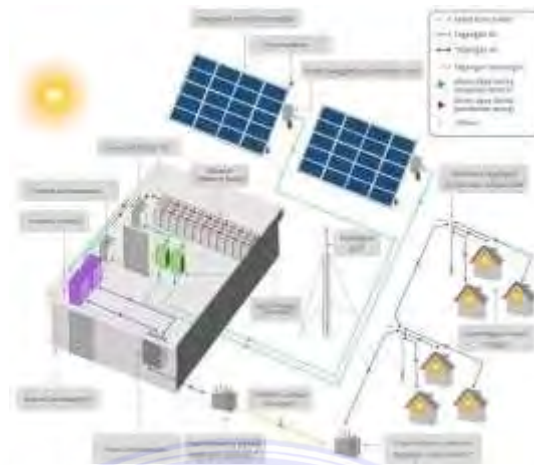


Gambar 2.13 : Konfigurasi PLTS solar home system

(Sumber: https://energypedia.info/images/d/d8/PLTS_Terpusat_Konfigurasi_Komponen_Instalasi.pdf)

PLTS jenis ini adalah generator kecil, yang dipasang di rumah masing-masing dan dapat digunakan secara bebas di rumah masing-masing. Rangka ini memanfaatkan pengisi daya berbasis sinar matahari yang dipasang di bagian atas rumah dan menggunakan baterai sebagai media penimbunan energi. Kerangka kerja yang digunakan adalah *off-grid* atau tidak ada asosiasi jaringan PLN. Batas PLTS yang diperkenalkan akan diubah sesuai dengan persyaratan peralatan elektronik keluarga dan wilayah daratan yang dapat diakses. SHS tergolong murah dalam perkembangannya, karena tidak membutuhkan lahan yang luas, hanya suku cadang pendukung seperti inverter, *sun oriented charge regulator* (SCC) dan baterai yang merupakan jawaban atas berkurangnya penggunaan bahan bakar, khususnya di Indonesia. wilayah negara yang sebenarnya bergantung pada solar atau genset sebagai jawabannya.

2.1.5.2. PLTS Komunal (terpusat)



Gambar 2.14 : Konfigurasi PLTS komunal

(Sumber: https://energypedia.info/images/d/d8/PLTS_Terpusat_Konfigurasi_Komponen_Instalasi.pdf)

PLTS komunal adalah sejenis sistem pembangkit listrik berbasis sinar matahari yang digunakan secara teratur di daerah-daerah yang jauh atau daerah-daerah yang terjangkau oleh organisasi listrik. Kerangka kerja PLTS semacam ini bergantung pada menggunakan modul fotovoltaik untuk mendistribusikan energi listrik berdasarkan kasus per kasus alih-alih energi matahari sebagai sumber utama. Energi yang dihasilkan oleh kerangka bersama dapat digunakan oleh tumpukan di rumah-rumah sekitarnya (Ariani & Winardi, 2014).

Cara kerja kerangka ini adalah baterai akan menahan energi listrik yang dihasilkan oleh modul yang menggunakan sinar matahari pada siang hari. Solar *Powered Charging Regulator* mengatur cara paling umum pengisian energi listrik dari PV ke baterai untuk mencegah kecurangan. Kekuatan radiasi berorientasi matahari yang dapat diterima oleh papan dan produktivitas sel keduanya memengaruhi jumlah energi yang dapat dihasilkan oleh pengisi daya bertenaga

surya. Melalui inverter, energi yang disimpan dalam baterai akan digunakan untuk menyediakan tumpukan. Jaringan sirkulasi diharapkan dapat menyebarkan energi listrik ke struktur sekitarnya.

Biaya pembangunan microgrid fotovoltaik ini bergantung pada jumlah beban yang dapat diakses. Biasanya, kerangka kerja publik membutuhkan area besar pengisi daya berbasis sinar matahari. Oleh karena itu, karena menggabungkan tanah, peralatan kerangka utama dan perangkat keras pendukung lainnya, biaya spekulasi yang ditimbulkan sangat besar.

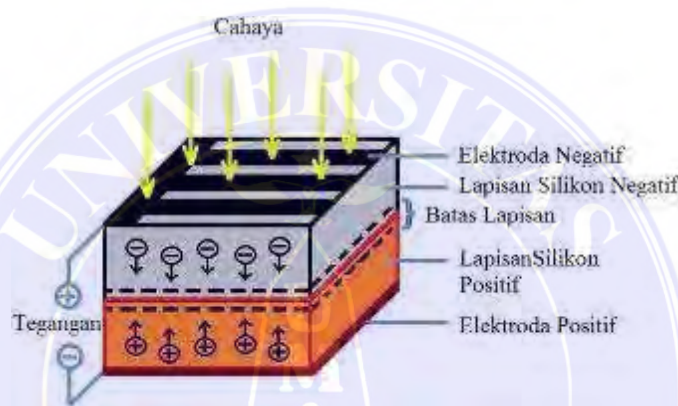
2.1.6. Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Kerangka kerja PLTS umumnya memiliki bagian-bagian prinsip, khususnya modul berorientasi matahari, inverter, dan baterai. Kepastian suku cadang bergantung pada microgrid akan digunakan PV. Dengan asumsi bahwa modul berbasis surya, inverter, regulator pengisian berorientasi surya, dan baterai adalah komponen utama dari kerangka PLTS *off-grid*. Kemudian, pada saat itu, kisi-kisi terkait sistem daya berbasis sinar matahari umumnya hanya menggunakan bagian modul berbasis matahari, inverter dan bagian pendukung lainnya seperti lembar dispersi DC, lembar alokasi AC, dan sebagainya Untuk kerangka kerja jaringan kecil PV *crossover*, bagian dasar praktis setara dengan kerangka matriks skala kecil PV off-grid, hanya campuran dari generator yang berbeda yang unik (Sopandi et al., 2021).

2.1.6.1. Panel Surya

Sel berbasis surya, yang didasarkan pada fotodioda yang sangat besar dan dapat menghasilkan listrik, adalah komponen terkecil dari modul berbasis surya.

Sistem fotovoltaik terdiri dari dua jenis bahan semikonduktor berbeda yang disatukan di persimpangan. Ketika material terkena sinar matahari di permukaannya, itu akan berubah menjadi energi listrik. Untuk menjadi mahir dan banyak kekuatan, sel-sel berbasis sinar matahari diatur ke dalam papan yang disebut modul bertenaga matahari. Gambar 15 terlampir adalah tindakan sel bertenaga matahari yang bila disajikan ke siang hari dapat menciptakan tenaga listrik (Purwoto et al., 2018).



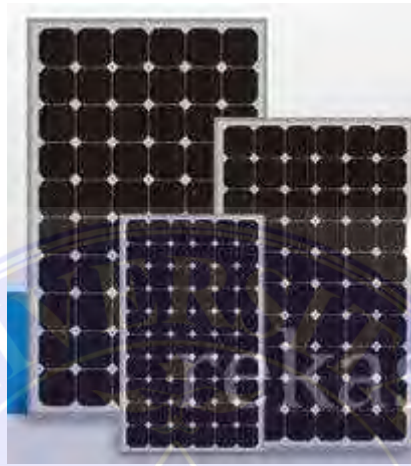
Gambar 2.15 : Lapisan panel surya

Jenis sel berorientasi matahari berikut dikelompokkan berdasarkan inovasi, untuk lebih spesifik:

1) *Monocrystalline*

Seperti namanya, sel berbasis matahari batu mulia tunggal atau mono diproduksi menggunakan silikon permata tunggal melalui interaksi yang disebut Czochralski, atau penyempurnaan material diselesaikan oleh siklus kristalisasi. Dalam sistem perakitan, Batu mulia silikon dipotong menjadi potongan-potongan ramping dengan memotongnya dari ukuran yang sangat besar. Proses pembuatan batu mulia satu-satunya ini, yang dikenal sebagai "rekristalisasi", memerlukan penggunaan berbagai obat-obatan dan menimbulkan biaya. Kekurangan dari jenis

sel berbasis sinar matahari ini adalah bahwa dengan asumsi itu diatur menjadi pengisi daya bertenaga matahari, itu bulat atau segi delapan bergantung pada keadaan tiang batu mulia silikon sehingga beberapa kosong. Produktivitas sel berbasis matahari monokristalin adalah antara 17% - 18%.



Gambar 2.16 : Panel jenis monocrystalline
(Sumber: <https://www.rekasurya.com/produk/>)

2) *Polycrystalline*

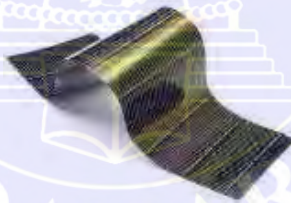
Sel berbasis matahari silikon *polycrystalline* juga disebut silikon polikristalin dan silikon polikristalin. Modul berbasis sinar matahari polikristalin sebagian besar terdiri dari berbagai batu mulia, yang digabungkan satu sama lain dalam sel soliter. Inovasi penanganan sel berorientasi matahari Pemurnian sintesis menghasilkan pembentukan silikon polikristalin yang lebih luas melalui interaksi kelas metalurgi. Silikon mentah kemudian dilebur, diisi menjadi bentuk persegi, didinginkan, dan dipotong menjadi *wafer* persegi pada saat itu. Sel berbasis matahari yang paling terkenal adalah saat ini jenis ini, sel berbasis matahari polikristalin menguasai pasar sel berbasis sinar matahari, mewakili 48% dari

penciptaan sel berbasis matahari di seluruh dunia. Selama pengerasan silikon cair, konstruksi tembus pandang yang berbeda dibingkai. Meski harganya lebih murah dari pengisi daya berbasis sinar matahari dan silikon monokristalin, kekuatannya hanya 12 hingga 14 persen.



Gambar 2.17 : Panel jenis polycrystalline
(Sumber: <https://www.rekasurya.com/produk/>)

3) Thin Film Solar Cell



Gambar 2.18 : Panel jenis thin film

(Sumber: <http://topdiysolarpanels.com/3rd-generation-of-solar-panels-thin-film/>).

Kebanyakan film tipis dan sel-sel berorientasi matahari silikon samar-samar adalah sel-sel berbasis sinar matahari usia kedua, dan lebih efisien dari pada sel-sel berbasis matahari *wafers* silikon asli. Lapisan asimilasi cahaya paling ekstrim dari sel *wafers* silikon adalah 350 m, sedangkan lapisan penahan cahaya dari sel film

tipis berbasis matahari sangat sedikit, biasanya 1 m. *Triple hub slim* film PV adalah pengembangan terbaru dalam teknologi film tipis. Ini memiliki kemampuan yang lebih besar ketika daya yang dihasilkan oleh udara teduh 45 persen lebih tinggi daripada papan lain dengan daya yang sama. Sel berbasis surya film tipis dapat dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan bahan-bahan ini: kadmium telluride (CdTe), spesifik silikon tak berbentuk (a-Si), dan tembaga indium gallium selenium (CIGS).

2.2.6.2. *Solar Charge Controller*

Perangkat elektronik yang dikenal sebagai *solar charge controller* digunakan untuk mengatur arus searah yang disuplai dari baterai ke stack dan dibebankan ke baterai.. SCC mengontrol kecurangan dan tegangan berlebih dari pengisi daya bertenaga sinar matahari. Tegangan lebih dan pengisian daya akan mempersingkat durasi baterai. Regulator berbasis sinar matahari menggunakan modulasi lebar pulsa (PWM) untuk mengarahkan kapasitas arus untuk mengisi dan mengeluarkan baterai dari tumpukan (Solar-electric, 2019).

Bagian elemen pengatur berbasis sinar matahari (SCC), khususnya:

- Mengontrol arus untuk pengisian daya baterai dari pengisi daya bertenaga matahari
- Menghindari *overcharging*
- Menghindari *overvoltage*
- Pengamatan kondisi baterai

Ada dua jenis SCC yang saat ini digunakan, yaitu jenis PWM dan MPPT.

Kedua jenis SCC ini memanfaatkan berbagai kemajuan. Dengan cara ini, kedua jenis menikmati manfaat khusus mereka.



Gambar 2.19 : Solar charge controller tipe MPPT

(Sumber: <http://www.chinasuoer.com/pwm-solar-controller/>)

Sejauh kualitas pengisian baterai, MPPT SCC menikmati manfaatnya. Jenis MPPT dapat memperluas koefisien pengisian baterai. Ini karena MPPT sendiri dapat mengenali daya yang dihasilkan oleh pengisi daya berbasis sinar matahari. Oleh karena itu, meskipun daya yang dihasilkan oleh pengisi daya matahari cukup kecil, tetap dapat digunakan untuk mengisi daya baterai. Berbeda dengan tipe PWM, tegangan kerja PWM dapat mengarahkan tegangan kerja baterai. Jika tegangan yang dihasilkan oleh pengisi daya bertenaga surya lebih rendah dari tegangan kerja baterai, kerangka pengisi daya bertenaga sinar matahari tidak dapat mengisi baterai secara alami. Oleh karena itu, tidak disarankan untuk menggunakan tipe PWM untuk sistem dengan batas pengisi daya matahari melebihi 200 Wp.



Gambar 2.20 : Solar charge controller tipe PWM

(Sumber: <http://www.chinasuoer.com/pwm-solar-controller/>)

Kerangka kerja PV batas kecil (10-200 Wp) lebih sesuai untuk SCC tipe PWM. Ini karena tipe PWM bekerja pada tegangan konstan dengan sedikit memperhatikan batas tampilan. Dibandingkan dengan tipe MPPT, produktivitas fungsinya lebih rendah dalam kerangka daya rendah, jelas tipe PWM lebih terjangkau daripada MPPT dalam hal biaya. Untuk kerangka kerjadi luar matriks, SCC tipe PWM atau MPPT dapat digunakan, namun untuk batas lebih dari 200 Wp, tipe MPPT sangat ideal. Karena MPPT tidak hanya mengandalkan batas produksi mutlak, tetapi juga pada tegangan dan arus yang dihasilkan. Untuk sementara, untuk limit di bawah 200 Wp, disarankan untuk menggunakan PWM tipe SCC.

2.2.6.3. Baterai



Gambar 2.21 : Baterai

(Sumber: <https://www.warungenergi.com/product/solana-battery-vrla-deep-cycle-200ah-12v/>)

Salah satu komponen utama PLTS adalah baterai, yang dapat menyimpan energi listrik dari *charger* berbasis surya dan digunakan untuk memberikan beban saat dibutuhkan. Elektrolit berfungsi sebagai pemandu terminal positif (katoda) dan negatif (anoda) masing-masing baterai. Baterai menghasilkan arus searah (DC) sebagai keluarannya. Biasanya ada dua jenis baterai., yaitu baterai khusus harus digunakan satu kali (*one time use*) dan baterai opsional (baterai bertenaga

baterai) yang dapat digunakan dua kali. Baterai yang digunakan dalam PLTS adalah baterai tambahan (baterai bertenaga baterai) karena cenderung diisi jika daya habis (Saputra & Yulianti, 2021).

- a. Baterai dimaksudkan untuk memberikan energi (arus) tinggi dalam jangka waktu yang singkat, sehingga dapat menghidupkan motor seperti motor. Baterai dapat menggunakan 10-20% dari batas yang nyata. Setelah motor dihidupkan, baterai akan diisi oleh generator (alternator). Terus jaga agar baterai tetap terisi penuh. Dengan asumsi baterai Sering digunakan sampai baterai mati, baterai akan cepat rusak. Banyak pelat kecil yang sama digunakan dalam struktur baterai ini., sehingga daya tahannya rendah dan permukaannya lebar, sehingga dapat menghasilkan aliran besar dalam waktu singkat saat digunakan. Meskipun penggunaan yang wajar, baterai tidak sesuai untuk kerangka kerja microgrid fotovoltaik. Bagaimanapun, itu akan segera menanggung bahaya.
- b. *Deep Cycle Battery*, Baterai jenis ini dimaksudkan untuk menyalurkan energi (arus) yang stabil dan jangka panjang. Baterai dapat bertahan dari siklus pengisian dan pengosongan baterai beberapa kali. Baterai jenis ini idealnya dapat menggunakan sekitar 80% dari kapasitas sebenarnya. Dengan cara ini, batas energi yang lebih menonjol digunakan tanpa membahayakan dan mengurangi durasi baterai.

2.1.6.4. Inverter

Inverter adalah perangkat listrik yang dihubungkan dengan PV yang lebih kecil dari kerangka kerja yang diharapkan untuk mengubah aliran langsung dari modul bertenaga matahari menjadi aliran berputar yang dapat ditangani ke jaringan. Konverter DC-DC digunakan di banyak inverter untuk mengubah

tegangan fluktuatif tampilan PV menjadi tegangan stabil, seperti yang dilakukan inverter sebenarnya. Inverter yang digunakan adalah inverter luar biasa dari sistem PLTS, juga dikenal sebagai inverter brilian. Baterai -linked inverter, juga dikenal sebagai inverter baterai, digunakan dalam sistem microgrid fotovoltaik independen.. Rencana inverter ini sama sekali berbeda dengan rencana kerangka asosiasi organisasi (Unruh et al., 2020).



Gambar 2.22 : Inverter

(Sumber: <https://www.epsolarpv.com/>)

Dalam kerangka matriks atau kisi terkait, inverter secara langsung dikaitkan dengan kluster fotovoltaik. Kemudian, pada saat itu, ia mengubah arus langsung dari pameran fotovoltaik menjadi arus pertukaran. Selain itu, Inverter ini biasanya termasuk kerangka pemosisian global titik daya terbesar, atau MPPT. Sinyal AC dari inverter harus memiliki durasi yang sama dengan organisasi PLN karena inverter yang terkait dengan jaringan PLN harus disinkronkan dengan organisasi PLN.

2.1.7. Komponen Pendukung Pembangkit Listrik Tenaga Surya

2.1.7.1. Alat Proteksi dan Keamanan

Perlu diketahui bahwa asuransi dan alat kesehatan sangat penting dalam sistem PLTS. Biasanya, perangkat keras yang diperkenalkan adalah saklar listrik

rendah (MCB) yang menggabungkan tegangan DC dan AC. Gunakan alat asuransi banjir (SPD) untuk asuransi petir atau banjir. SPD, seperti MCB, dapat digunakan untuk tegangan AC dan DC. Sebuah *apropritation board*, *AC blend box*, atau *show unit* yang terdiri dari AC MCB, SPD AC, dan kWh meter adalah hasil dari inverter, dan *cluster charger* bertenaga surya ini menggabungkan SPD DC dan DC MCB dalam sebuah *photovoltaic string combiner*. Batas energi kerangka jaringan PV yang diperkecil dibuat oleh penghitung dan penanda (Dian Furqani Alifyanti, 2018).



Gambar 2.23 : MCB DC

(Sumber: <https://rekasurya.com/produk/product.php?code=26083-SC48VDC>)

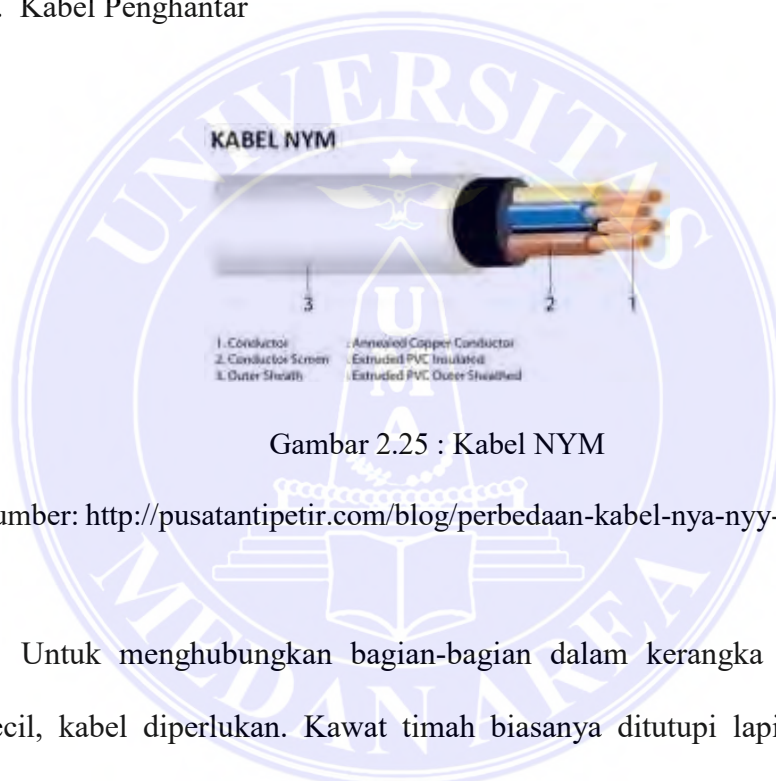
2.1.7.2. *Combiner Box*

Combiner Box adalah perangkat yang menciptakan aliran *throughput* tinggi dengan menggabungkan *string* PV yang mendekati berdasarkan jumlah pembangkit PV. *Join box* dapat menampung mulai dari tiga hingga dua puluh *string* informasi. Kita dapat menyesuaikan voltase berdasarkan situasi dan membuatnya lebih mudah diikuti dengan menggunakan *group combiner box*, mencegah korsleting yang telah diperbaiki oleh saklar listrik. Menentukan asuransi terbaik, terutama keselamatan tegangan listrik akibat petir dan gesekan, jaminan ini dikenal sebagai bagian penahan banjir. Untuk menjamin kesejahteraan *string* fotovoltaik, sirkuit harus digunakan (Nawawi, 2017).

Gambar 2.24 : *Combiner box*

(Sumber: <https://rekasurya.com/produk/product.php?code=23115-020200>)

2.1.7.3. Kabel Penghantar



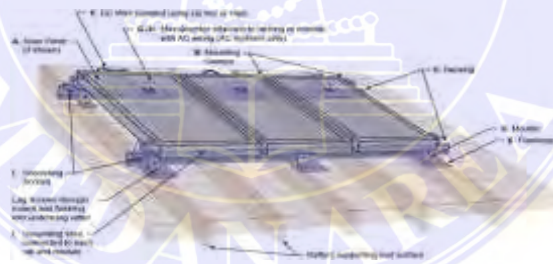
Gambar 2.25 : Kabel NYM

(Sumber: <http://pusatantipetir.com/blog/perbedaan-kabel-nya-nyy-dan-nym/>)

Untuk menghubungkan bagian-bagian dalam kerangka kisi PV yang diperkecil, kabel diperlukan. Kawat timah biasanya ditutupi lapisan pelindung biasanya PVC kalau memiliki kemampuan menghantarkan listrik Semakin lebar kawat, semakin baik, semakin rendah harga lawan. Saat memilih tautan panduan, Anda harus fokus pada detail tautan untuk mengurangi potensi kemalangan. Karena panduan tautan di PV biasanya tidak melebihi tegangan yang dievaluasi yang digunakan, tegangan yang dinilai harus dipertimbangkan. Saat memilih tautan, wilayah penampang harus dipertimbangkan mengenai kekuatan penghantar arus (CRC) (Bachtiar & Riyadi, 2021).

2.1.7.4. *Mounting System*

Rangka modul fotovoltaik dihubungkan ke atap dengan rangka pengisian daya, juga dikenal sebagai rangka berbasis surya. Modul berorientasi matahari harus diamankan ke atap untuk waktu yang lama dengan rangka rak untuk modul berorientasi matahari. Akibatnya, rangka perlu dirancang untuk menahan panas atau dingin yang ekstrem serta beban angin.. Kerangka pemasangan harus dikaitkan dengan titik tengah struktur atap sehingga berat pengisi daya berbasis sinar matahari dapat dipindahkan ke struktur, dan untuk alasan kesehatan, semua papan dapat dihubungkan ke atap. Kerangka ini menawarkan bantuan mendasar yang diharapkan dapat membantu pengisi daya bertenaga sinar matahari pada kemiringan yang ideal, dan bahkan berpotensi mempengaruhi suhu seluruh kerangka. Sebagian besar waktu, baja ringan dan aluminium digunakan, yang tahan terhadap unsur-unsur dan konsumsi yang berlebihan.



Gambar 2.26 : Mounting system

(Sumber:<https://www.solarpowerworldonline.com/2014/03/anatomy-rooftop-solar-mounting-system/>)

2.1.8. **Keuntungan dan Kerugian Menggunakan Sistem PLTS**

Dalam suatu kerangka penciptaan, khususnya pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), harus bermanfaat bagi kehidupan manusia dan lingkungan.

Selain itu, juga dapat menimbulkan dampak buruk atau kekurangan pada kehidupan dan iklim secara umum. Berikut keuntungan dan kerugian dari penggunaan PLTS berbasis matahari:

2.1.8.1. Kelebihan Penggunaan Sistem PLTS

1) Tidak berbahaya bagi generator ekosistem

Kerangka kerja PLTS tidak berbahaya bagi kerangka ekosistem. Berbeda dengan generator yang berbeda, misalnya generator yang menghasilkan suara keributan yang dihasilkannya, maka pada saat itu tidak ada pencemaran atau limbah yang tercipta karena pemanfaatan kerangka PLTS.

2) Tidak mengharapkan bahan bakar untuk bekerja

PLTS tidak menggunakan bahan bakar, misalnya bahan bakar minyak, dll.

3) Sebagai sumber energi yang masuk akal

Sumber energi yang tak terbatas karena berasal dari siang hari, selama ada siang hari, kerangka PLTS dapat terus bekerja untuk menyalurkan energi listrik.

4) Area pendirian yang dapat disesuaikan

Kerangka kerja PLTS dapat bekerja tanpa menyinggung keadaan geologis dari iklim di mana PLTS akan diperkenalkan.

2.1.8.2. Kekurangan Penggunaan Sistem PLTS

1) Biaya suku cadang dan pembuatan umumnya mahal

Semakin besar batas PLTS yang perlu Anda buat, semakin banyak biaya yang diperlukan untuk memperkenalkan kerangka kerja PLTS. Karena itu membutuhkan banyak suku cadang.

2) Kerangka kerja tidak berfungsi di sekitar waktu malam

Modul berorientasi matahari membutuhkan matahari untuk menghasilkan energi dan dapat bekerja. Bagaimanapun, dalam rencana kerangka PLTS ini, akan terbantu dengan pasokan dari jaringan PLN sekitar malam hari.

3) Akan bergantung pada iklim

Iklim yang tidak menyenangkan atau teduh akan menurunkan kapasitas kerangka kerja PLTS, sehingga efektivitas kerangka kerja sangat bergantung pada kondisi iklim pada siang hari.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian pengaruh efek intensitas cahaya matahari terhadap panel surya *off grid type monocrystalline* berbasis *pulse width modulation* dilakukan di :

- Nama Tempat : CV. ANGKASA MOBIE TECH
- Alamat : Jalan Sultan Serdang Dusun II, Sena, Batang Kuis-Deli Serdang – Sumatera Utara.

3.1.2. Waktu Penelitian

Berdasarkan tabel 3.1, penelitian ini membutuhkan waktu kurang lebih tiga bulan, sebagai berikut :

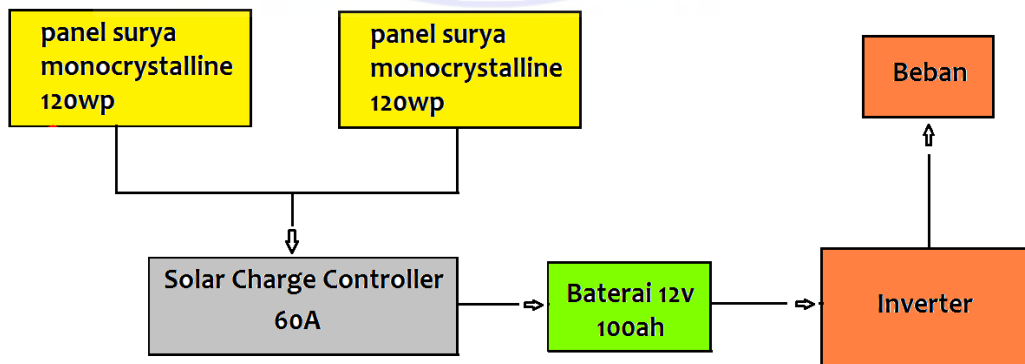
Tabel 3.1 : Waktu dan Uraian Kegiatan Penelitian

No	Nama Penelitian	Bulan ke											
		I				II				III			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Menyediakan alat dan bahan												
2.	Merancang												

	rangkaian sistem (konsep alat)																				
3.	Membuat sistem mekanik alat																				
4.	Memasang instalasi alat																				
5.	Pengujian sistem dan perbaikan																				
6.	Penyusunan laporan skripsi																				

3.2. Blok Diagram Alat

Berikut adalah Gambar 3.1 adalah grafik blok perangkat yang masuk akal bagaimana koordinasi antar setiap *hardware* yang akan berhubungan dengan berunit lengkap. Selain itu, diagram blok sistem ini menunjukkan koneksi peralatan.



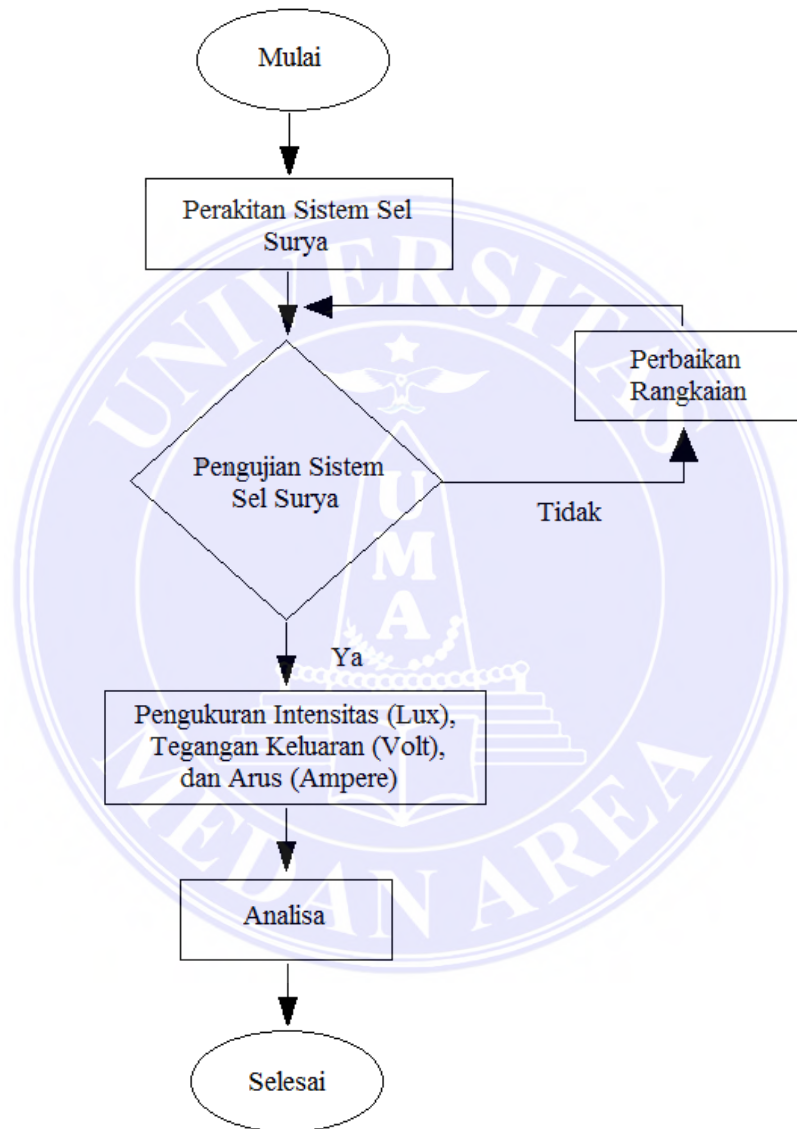
Gambar 3.1 : Blok Diagram Alat

Berikut ini adalah deskripsi peran yang dimainkan setiap blok dalam diagram blok alat yang ditunjukkan pada Gambar 3.1:

1. Panel Surya 240Wp (monocrystalline), yang selnya terbuat dari kristal tunggal atau monocrystalline, mampu mengubah sinar matahari menjadi energi listrik.
2. *Solar Charge Controller* pada sirkuit trainer melakukan fungsi-fungsi berikut:
 - a) mengubah arus DC tegangan tinggi yang dihasilkan panel surya menjadi arus tegangan rendah dengan kapasitas baterai 12 VDC dalam contoh ini.
 - b) mengurangi arus pengisian yang disuplai ke baterai saat terisi penuh untuk mencegah pengisian daya yang berlebihan. Meskipun baterai sudah penuh, dampaknya terjadi saat sedang mengisi daya. Kehadiran gas bahkan dapat menyebabkan ledakan.
 - c) Pencegahan aliran balik malam hari Arus dari baterai dapat mengalir ke panel surya jika tidak ada cukup sinar matahari.
 - d) menampilkan informasi tentang tegangan, arus, dan energi yang berasal dari panel surya dan dikirim ke baterai.
3. Beban yang diisi oleh panel surya melalui *solar charge controller* dan sumber energi listrik untuk beban (lampu) keduanya dilayani oleh baterai 12 volt DC.
4. Inverter mengubah tegangan DC langsung menjadi tegangan AC bolak-balik. Dimana perubahan ini dilakukan hanya untuk mengubah frekuensi keluaran, itu mengubah kecepatan motor tegangan AC.

3.3. Flowchart Penelitian

Pada gambar 3.2 yang menggambarkan *flowchart* penelitian disajikan untuk memudahkan pemahaman tentang prosedur penelitian ini:



Gambar 3.2 : *Flowchart* Penelitian

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

Langkah selanjutnya adalah persiapan untuk mencapai tujuan penelitian, seperti yang digambarkan dalam diagram blok sebelumnya, sebelum melakukan desain dan instalasi semua sistem. Alat dan bahan (komponen) yang akan digunakan dan jumlahnya termasuk persiapan yang dilakukan. Pertama, alat yang digunakan untuk membuat *trainer* ini ditunjukkan pada Tabel 3.2:

Tabel 3.2 : Alat yang digunakan

No	Peralatan	Jumlah
1.	Tang Kombinasi	1 Buah
2.	Bor Listrik	1 Buah
3.	Multimeter Digital	1 Buah
4.	Tang potong	1 Buah
5.	Obeng Plus	1 Buah
6.	Obeng Minus	1 Buah
7.	Alat Tulis	1 Buah

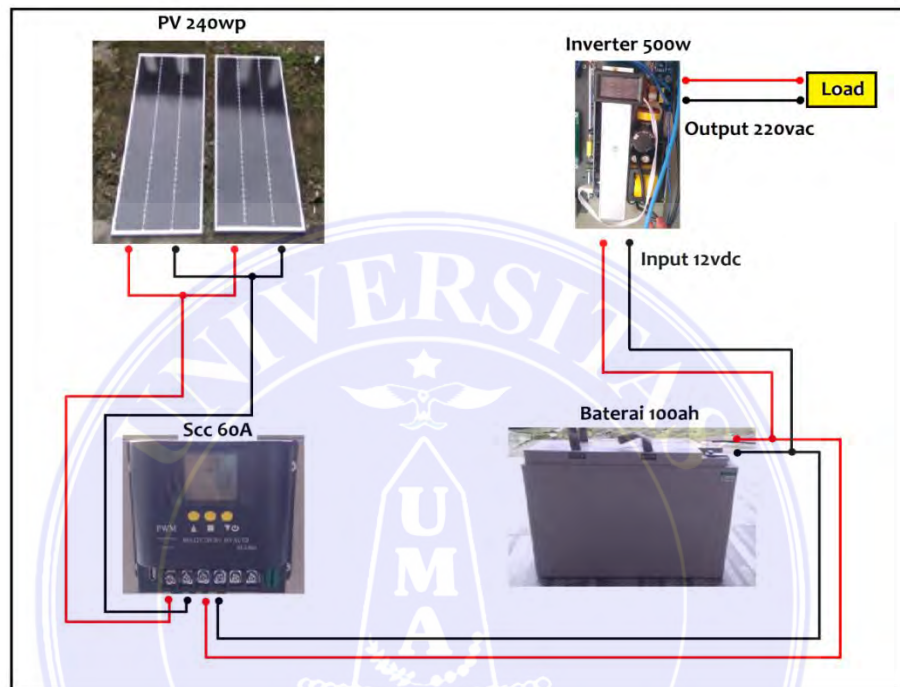
Tabel 3.3 menguraikan persyaratan komponen elektronik dan bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 3.3 : Bahan dan komponen yang dibutuhkan untuk elektronik

No	Nama Komponen & Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Panel Surya	<i>Monocrystalline</i> 120wp	2 Buah
2.	SCC (<i>Solar Charge Controller</i>)	12V 60A	1 Buah
3.	Baterai	12V 100Ah	1 Buah
4.	Inverter	500w	1 Buah
5.	MC4 <i>Connector</i>	30A	2 Buah
6.	Kabel PV	2x6mm	5 meter

3.5. Pemasangan Instalasi Listrik Seluruh Sistem

Langkah selanjutnya melibatkan pemasangan seluruh sistem kelistrikan setelah pemasangan seluruh sistem selesai di setiap posisi atau lokasi. Pola atau petunjuk pemasangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3:



Gambar 3.3 : Instalasi Listrik Seluruh Sistem

3.6. Spesifikasi Alat

3.6.1. Panel Surya 120WP *monocrystalline* (2 Buah)



Gambar 3.4 : Panel surya *monocrystalline*

Spesifikasi panel surya 120wp *monocrystalline* :

- a. Rated Maximum Power(Pm) : 120W
- b. Voltage at Pmax(Vmp) : 18,4V
- c. Current at Pmax(Imp) : 6,53A
- d. Open-Circuit Voltage(Voc) : 22,6V
- e. Short-Circuit Current(Isc) : 6,92A

3.6.2. Solar Charge Controller



Gambar 3.5 : Solar Charger Controller

Spesifikasi *Solar Charger Controller* :

- a. System Voltage : 12V/24V, 24V/48V
- b. Max Charge Current : 60A
- c. Max Discharge Current : 60A
- d. Charge Type : PWM

3.6.3. Baterai

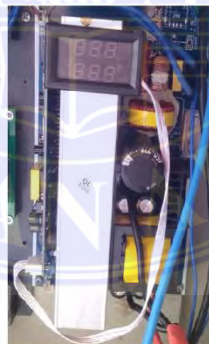


Gambar 3.6 : Baterai

Spesifikasi Baterai :

- a. Model : VRLA
- b. Voltage : 12V
- c. Capacity : 100Ah

3.6.4. Inverter



Gambar 3.7 : Inverter

Spesifikasi Inverter :

- a. DC input : 12V/24V
- b. AC output : 220V / 50

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berikut kesimpulan dari pengujian yang dilakukan SCC PWM, inverter, dan panel surya 240 Wp:

1. Bahwa daya sebesar 8,82 Watt masih dihasilkan oleh intensitas matahari terendah pukul 18.00 pada 4000 lumens. Dari pukul 07.00 sampai 20.00 WIB, daya rata-rata adalah 71.397 Watt.
2. Menggunakan daya utama baterai, yang diisi melalui panel surya, daya ini mampu memasok peralatan rumah tangga.
3. Sebaliknya, besarnya daya yang dihasilkan dipengaruhi oleh intensitas matahari, dengan daya intensitas rendah berkurang sedangkan daya intensitas tinggi meningkat.

5.2. Saran

Melalui penelitian yang saya lakukan, maka penulis dapat memberikan Saran berikut untuk penelitian lebih lanjut yakni sebagai berikut:

1. Dalam membuat penelitian ini baiknya menggunakan alat ukur lux meter dengan range intensitas cahaya 1 – 100.000 lux
2. Sebaiknya gunakan tipe data yang sama untuk data input sel surya dan hasil simulasi SCC untuk memastikan hasil simulasi lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hakim, R. R. (2020). Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi di Indonesia: Sebuah Ulasan. *ANDASIH Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1).
- Ariani, W. D., & Winardi, B. (2014). Analisis Kapasitas Dan Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Komunal Desa Kaliwungu Kabupaten Banjarnegara. *Transient*, 3 No.2(Juni 2014).
- Bachtiar, M. I., & Riyadi, K. (2021). Studi Kabel Penghantar pada Instalasi Listrik Gedung Pertemuan Unhas Berstandarisai PUIL 2011. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 18(2). <https://doi.org/10.31963/elekterika.v18i2.3031>
- Dian Furqani Alifyanti. (2018). Dian Furqani Alifyanti. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 1(1).
- Hartono, H., & Masluchah, I. (2017). Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Sel Surya dengan Raspberry Pi Berbasis Web Sebagai Sarana Pembelajaran di Akademi Teknik dan Penerbangan Surabaya. *Jurnal Penelitian*, 2(2). <https://doi.org/10.46491/jp.v2e2.90.148-154>
- Naim, M. (2017). Rancangan Sistem Kelistrikan Plts Off Grid 1000 Watt Di Desa Mahalona Kecamatan Towuti. *Dinamika : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(1).
- Naim, M., & Wardoyo, S. (2017). Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS on Grid 1500 Watt Dengan Back Up Battery di Desa Timampu Kecamatan Towuti. *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2).
- Nawawi, A. (2017). PERENCANAAN INSTALASI PENERANGAN PADA BANGUNAN TEMPAT TINGGAL YANG AMAN DAN EFISIEN. *Swara*

Patra, 7(1).

Nurrohim Agus. (2012). *Artikel Teknologi Pendidikan _ Artikel Bagus*. Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia.

PT.PLN (Persero). (2014). Pedoman Penyambungan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Ke Sistem Distribusi PLN. *Keputusan Direksi PT. PLN, 0357,K/DIR*.

Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1). <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>

Saputra, R., & Yulianti, B. (2021). Alat Pendeteksi Originalitas Baterai Tipe 18650 Berbasis Arduino Nano. *Jurnal*

Solar-electric. (2019). Solar Charge Controller Basics. *Solar-Electric.Com*, 1(520).

Sopandi, A., Sitepu, R., & Joewono, A. (2021). Perancangan dan Produksi Modul Surya 240 Wp untuk Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) - Independent Power Producer (IPP) di Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Buletin Profesi Insinyur*, 4(1). <https://doi.org/10.20527/bpi.v4i1.96>

Unruh, P., Nuschke, M., Strauß, P., & Welck, F. (2020). Overview on grid-forming inverter control methods. *Energies*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/en13102589>