

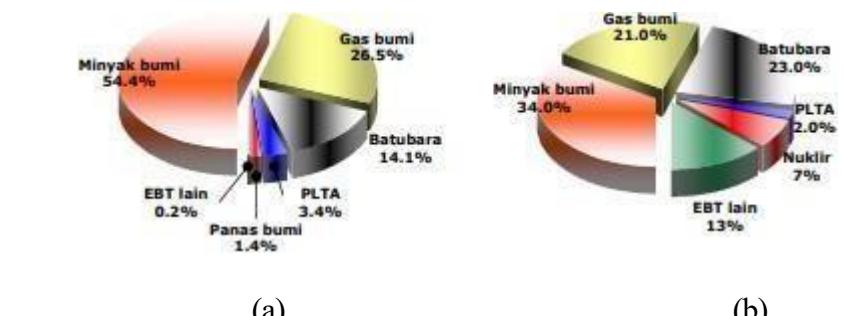
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Energi

Definisi energi adalah suatu yang bersifat abstrak yang sukar dibuktikan tetapi dapat dirasakan adanya, Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja. Kebutuhan energi di Indonesia khususnya dan di Dunia pada umumnya terus meningkat karena pertambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri yang senantiasa meningkat, sedangkan energi fosil yang selama ini merupakan sumber energi utama seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.1 gambar tersebut mengartikan kebutuhan energi di Indonesia dan di dunia, dari gambar tersebut bisa diliat pada gambar bagian (a) itu kebutuhan energi yang diperkirakan sejak 2005 dan pada gambar bagian (b) itu perkiraan kebutuhan energi hingga 2025.

Ketersediaannya sangat terbatas dan terus mengalami deplesi (*depletion*: kehabisan, menipis). Proses alam memerlukan waktu yang sangat lama untuk dapat kembali menyediakan energi fosil ini. (Daryanto 2007).

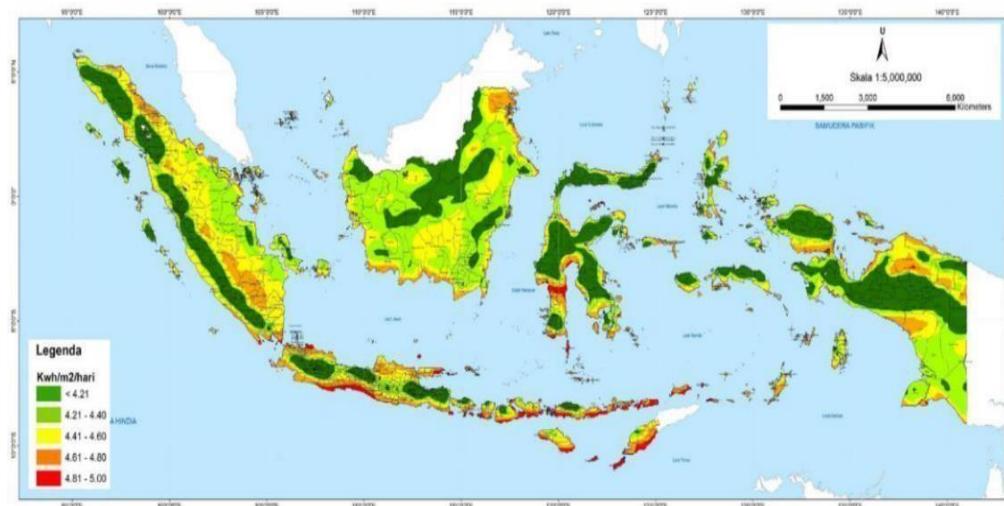


Gambar 2. 1 Energi Mix di Indonesia dan Dunia tahun 2005 – 2025
(Daryanto 2007)

Energi dengan satuan *joule* merupakan besaran daya yang digunakan pada durasi waktu tertentu, sehingga energi listrik dapat dicari menggunakan persamaan:

2.2 Potensi Tenaga Surya

Sebagai negara tropis dengan kondisi sinar matahari yang terus bersinar sepanjang tahun di berbagai wilayah, menjadikan Indonesia memiliki potensi besar bagi pengembangan PLTS. Potensi energi surya di Indonesia rata-rata tercatat sebesar 4,8 kWh/m² atau setara 112.999 GWp, dengan klasifikasi untuk Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 10 % dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. (Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, 2017). Potensi sumber daya energi surya Indonesia terlihat pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 Peta Potensi Tenaga Surya (Ministry of Energy,2010)

Potensi tenaga surya Indonesia secara umum berada pada tingkat cukup, sehingga dapat dijadikan sebagai pedoman dalam menyusun perencanaan

pembangunan sumber energi PLTS pada masa depan. Berdasarkan peta potensi, intensitas matahari terbesar ditemui di wilayah pesisir utara Banten, pesisir selatan Jawa Barat wilayah utara Jawa Tengah, Nusa Tenggara dan Papua. (Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, 2017)

Selanjutnya untuk mengetahui nilai *peak sun hour* atau PSH adalah dengan menggunakan persamaan :

Dimana GHI adalah tingkat global horizontal Irradiation dan Irstc merupakan nilai radiasi rata-rata tiap jam dengan besaran 1000 Wh/m^2 .

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Wilayah Indonesia terletak digaris khatulistiwa dengan penyinaran matahari rata-rata 8 jam/hari dengan intesitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4,80 kWh/m²/hari. Sumber energi surya ini dapat dikembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang merupakan salah satu solusi yang dapat dipertimbangkan sebagai salah satu pembangkit listrik alternatif. (Widianto et al.,2019)

Sumber pembangkit listrik dari energi terbarukan, seperti sinar matahari (energi surya) tersedia melimpah dan hampir merata di seluruh Indonesia alat (*device*) yang mampu merubah energi surya menjadi energi listrik tidak secara langsung dikenal dengan sel surya (*solar cell*). Sel surya sering disebut pula sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau sel PV, energi surya adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak

ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi dan juga sumber energinya banyak tersedia di Alam. (Widianto et al.,2019).

Energi yang dibangkitkan oleh panel surya dapat dicari menggunakan persamaan :

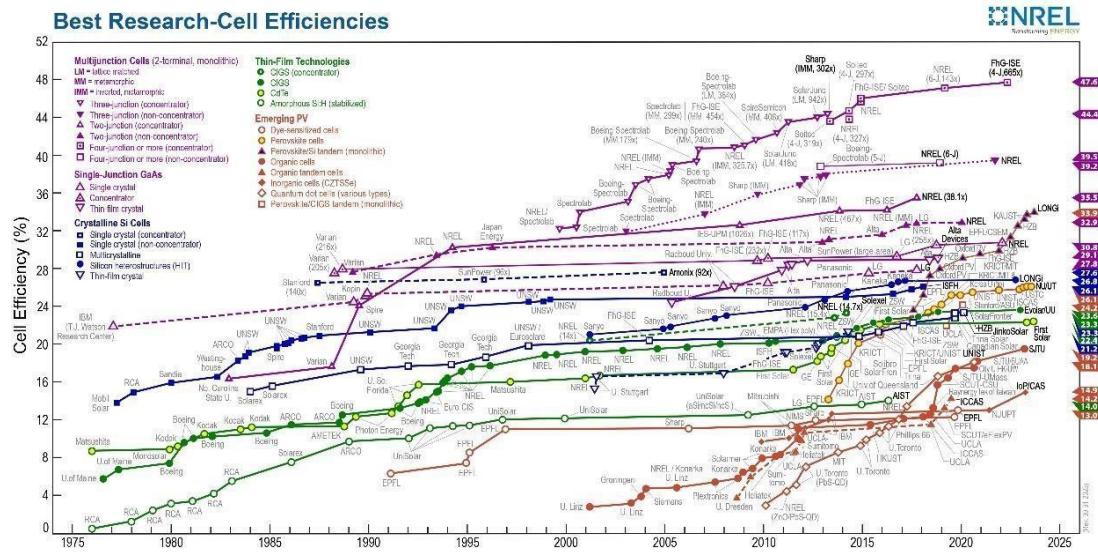
Dengan keterangan,

Eout : Energi keluaran panel Surya (kWh)

Ppv : Daya nominal panel surya (W)

PSH : *peak sun hour* (h)

Perkembangan PV dari tahun ke tahun itu cukup meningkat dari segi efisiensinya, dimana pengamatan itu dilakukan dari tahun 1975 sampai 2020 itu diamati oleh Laboratorium Energi Terbarukan Nasional. Perkembangan PV yang berjenis film tipis yang memiliki efisiensi kurang dari 10% kemudian berkembang menjadi PV yang dengan tipe Crystalline yang memiliki efisiensi sekitar 15% di tahun 1977, dan kemudian sel PV dengan tipe multijunction yang memiliki efisiensi sekitar 16% di tahun 1983, kemudian pada tahun 2015 semua jenis PV dengan tipe multijunction itu mengalami peningkatan efisiensi sekitar 46% fluktuasi data tersebut sebagaimana pada Gambar 2.3. (Hiron et al. 2021).



Gambar 2. 3 Perkembangan Efisiensi PV dari tahun 1975 sampai 2020

Aplikasi PVsyst sebagai pengolah data dan kalkulasi menghitung keluaran daya PV menggunakan persamaan :

Wp = Daya pada 1 v ketika terkena radiasi matahari [watt]

✓ = Tegangan pada PV [V]

I = Arus pada PV [A]

Sel surya biasanya memiliki umur 25 tahun yang biasanya dalam jangka waktu tersebut pemilik modul surya tidak akan mengalami penurunan efisiensi yang signifikan. Namun, meskipun dengan kemajuan teknologi mutakhir, sebagian besar modul surya komersial saat ini hanya mencapai efisiensi 15% dan hal ini tentunya merupakan salah satu alasan utama mengapa industri energi surya masih tidak dapat bersaing dengan bahan bakar fosil.

Sel surya merupakan semikonduktor dimana radiasi surya langsung diubah

menjadi energi listrik. Material yang sering digunakan yaitu silikon kristal. Pada saat ini silikon merupakan bahan yang banyak digunakan dalam pembuatan sel surya.

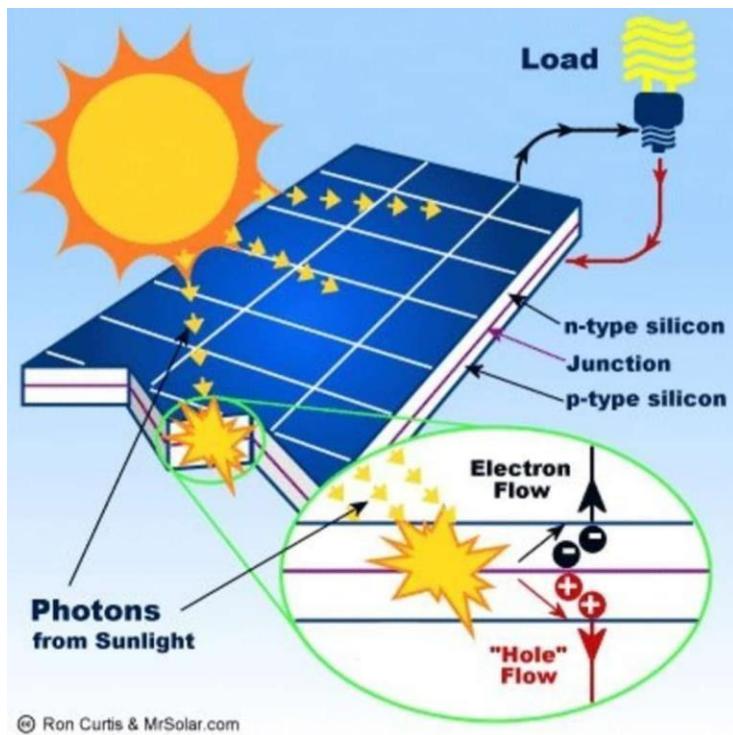
2.4 Mekanisme Kerja Panel Surya

Modul *photovoltaic* atau solar merupakan semikonduktor yang mengkonversi cahaya menjadi listrik konversi ini disebut efek *photovoltaic*, dengan kata lain efek *photovoltaic* merupakan fenomena dimana suatu sel *photovoltaic* menyerap energi cahaya dan mengubah menjadi energi listrik.

Mekanisme konversi energi cahaya terjadi akibat adanya perpindahan elektron bebas di dalam suatu atom. Sel surya umumnya menggunakan bahan semikonduktor sebagai penghasil elektron bebas. Material semikonduktor adalah padatan berupa logam, yang konduktivitas elektriknya ditentukan oleh electron valensinya. Material semikonduktor konduktivitasnya akan meningkat secara signifikan saat foton dari sumber cahaya membentuk suatu elektron valensi dari atom semikonduktor, akan mengakibatkan suatu yang cukup besar untuk memisahkan elektron tersebut terlepas dari struktur atomnya. Elektron yang terlepas bermuatan negatif menjadi bebas bergerak di dalam bidang kristal dan berada pada daerah peta konduksi dari material semikonduktor. Hilangnya elektron mengakibatkan suatu kekosongan pada struktur kristal yang disebut dengan “*hole*” dengan muatan positif. Daerah semikonduktor dengan elektron bebas dan bersifat negatif bertindak sebagai donor elektron. Daerah ini disebut *negative type* (n-type). Sedangkan daerah semikonduktor semikonduktor dengan *hole*, bersifat positif bertindak sebagai penerima (*acceptor*) elektron. Daerah ini disebut *positive type* (p-type). Ikatan dari kedua sisi positif dan negatif menghasilkan

energi listrik internal yang akan mendorong elektronbebas dan hole untuk bergerak ke arah berlawanan.

Elektron akan bergerak menjauhi sisi negatif, sedangkan hole bergerak menjauhi sisi positif. Ketika p-n junction dihubungkan dengan beban maka tercipta sebuah arus listrik, simulasi kinerja pael sebagaimana pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Sel Surya (What is a solar panel,2020)

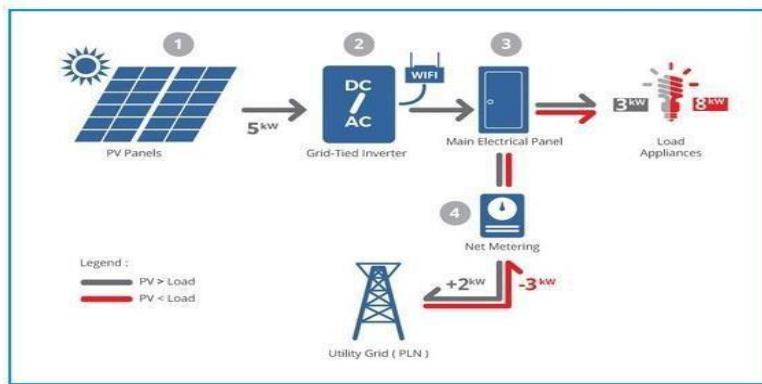
Modul surya sangat mudah dalam hal pemeliharaan karena tidak ada bagian yang bergerak satu-satunya hal yang harus dikhawatirkan adalah memastikan untuk menyingkirkan segala hal yang dapat menghalangi sinar matahari ke modul surya tersebut.

Unit satuan watt-peak adalah satuan daya (Watt) yang dapat dibangkitkan oleh *module photovoltaic* dalam keadaan standar uji (Standar Test Condition STC), atau jumlah energi yang diproduksi dibawah kondisi standar dari pemancaran 1 kW/m^2 dan temperatur panel sebesar 25° C . Dalam Pv syst ukuran dari PV array selalu ditentukan pada bagian kapasitas yang diizinkan.

2.5 Hybrid Inverter System

Hybrid Inverter system adalah inverter tipe khusus yang dapat digunakan untuk mengkonversi tegangan DC (*direct current*) menjadi tegangan AC (*alternating current*) yang berasal dari energi terbarukan, *hybrid* inverter system juga dikenal dengan *synchronous* inverter dan perangkat ini tidak dapat bekerja dengan sendiri karena harus terhubung dengan jaringan yang telah ada (PLN) *on grid system*. (Prada & Mubarok,2018). Skema sistem *on grid* seperti Gambar 2.5.

a. On grid system

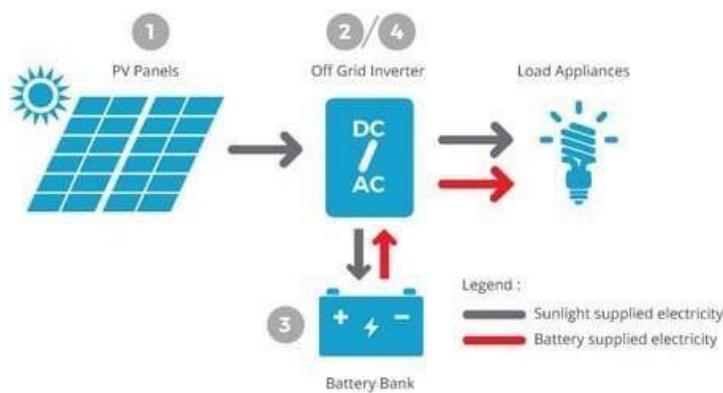


Gambar 2. 5 Skema Sistem On-Grid (Prinsip Kerja PLTS On Grid 2020).

On grid system adalah sistem yang menggunakan energi baru dari pembangkit yang tetap terhubung dengan jaringan PLN. Dengan adanya system ini dapat mengurangi tagihan listrik dan apabila ada kelebihan daya yang diproduksi oleh pembangkit maka kelebihan daya tersebut dapat didistribusikan ke PLN dengan skema penjualan.

b. Off grid system

Off grid system adalah sistem yang hanya menggunakan energi yang dihasilkan oleh sistem pembangkit sendiri. Sistem ini biasanya digunakan pada daerah yang belum dijangkau oleh jaringan listrik PLN. Simulasi sebagaimana pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Skema Sistem Off-Grid (Prinsip kerja PLTS on Grid,2020)

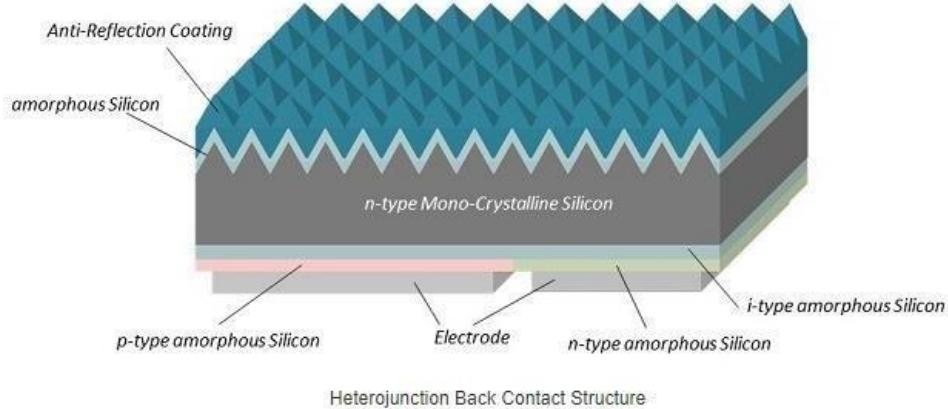
2.6 Modul Surya

Modul surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik mereka disebut surya atas matahari atau “sel” karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan.

Modul surya sering kali disebut sel photovoltaic diartikan sebagai “cahaya-listrik” Sel surya atau PV bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bernuatan yang berlawanan, jenis modul surya sendiri ada beberapa macam, yaitu :

a. Monokristal (*Mono-Crystalline*)

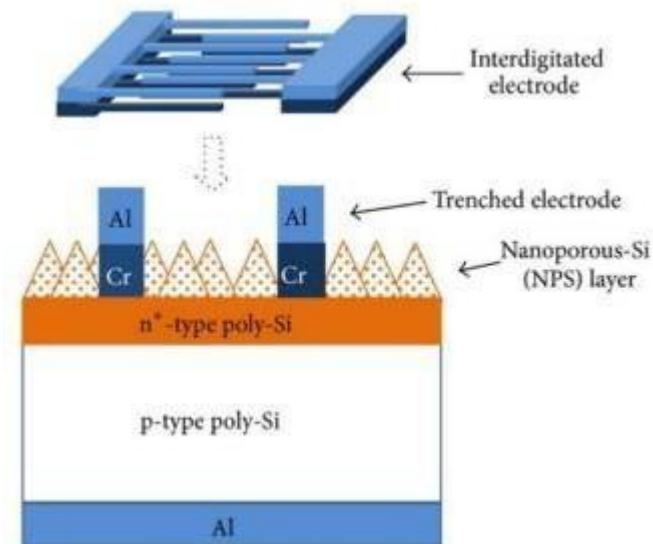
Jenis monokristal merupakan modul yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi, Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim modul surya ini memiliki efisiensi 15-20% dengan jenis silicon yang digunakan adalah silicon Tunggal kelemahan dari modul jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharinya kurang (teduh). Efisiensinya akan turun drastic dalam cuaca berawan. Struktur bagian dari jenis ini sebagaimana pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Struktur Modul Surya Jenis Monokristal (Sharp,2018)

b. Polikristal (*Poly-Crystalline*)

Merupakan modul surya yang memiliki susunan kristal acak karena difabrikasi dengan proses pengecoran tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama jenis modul surya ini memiliki efisiensi lebih rendah besar efisiensi modul surya polikristal sekitar 13- 18% dengan jenis jenis bahan yang digunakan adalah silicon dengan campuran material lainnya, Poli kristal juga lebih sedikit menggunakan dan menghasilkan limbah silicon bila dibandingkan dengan jenis modul monokristal. Struktur penyusun *polycrystalline* sebagaimana pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Struktur Modul Surya Jenis Polikristal

Dalam menentukan kebutuhan *wattpeak* dari suatu sistem yang akan diintegrasikan panel surya, dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Kebutuhan Wp pv} = \frac{\text{Energi Beban}}{PSH} \quad (2.6)$$

Dimana untuk energi beban merupakan jumlah estimasi energi yang akan dikonsumsi beban pada periode waktu tertentu, serta *peak sun hour* yang

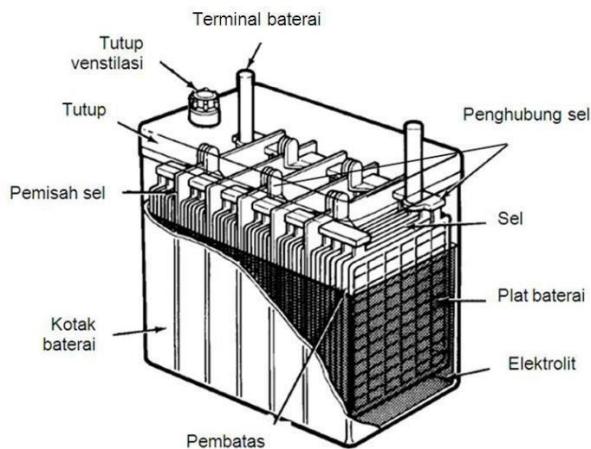
merupakan indikator utama yang bergantung pada letak tiap lokasi integrasi sistem PLTS.

2.7 Baterai

Baterai adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik, hampir semua perangkat elektronik yang portable seperti *handphone*, laptop, senter, ataupun *remote controller* menggunakan baterai sebagai sumber listriknya. Dengan adanya baterai kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Fungsi baterai antara lain:

1. Sebagai suplai bagi beban dengan tegangan dan arus yang stabil melalui inverter baterai, juga dalam hal terjadi putusnya pasokan daya (*intermittent*) dari modul *fotovoltaic*;
2. Bertindak sebagai cadangan untuk mengatasi perbedaan antara daya yang tersediadari modul *fotovoltaic* dan permintaan dari beban.
3. Menyediakan cadangan energi untuk digunakan sehari-hari dengan cuaca berawan atau pada kondisi darurat penentuan kapasitas baterai harus diperhitungkan hari- hari ketika sistem berjalan penuh tanpa pasokan daya dari modul *fotovoltaic* untuk kebutuhan listrik (hari otonom).
4. Memasok daya ke komponen elektronika daya seperti *solar charge controller* dan inverter.

Dalam kehidupan kita sehari-hari, kita dapat menemui dua jenis baterai yaitu baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja (*Single Use*) dan baterai yang dapat diisi ulang (*Rechargeable*). Anatomi baterai sebagaimana pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Baterai (Kitapunya,2015)

Dalam penelitian ini baterai yang digunakan pada sistem PLTS adalah baterai *rechargeable*, untuk menentukan kapasitas yang digunakan dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Kapasitas baterai} = \frac{W_{\text{total}} \times \text{Hari Otonom}}{\eta \times \text{DoD}} \quad (4)$$

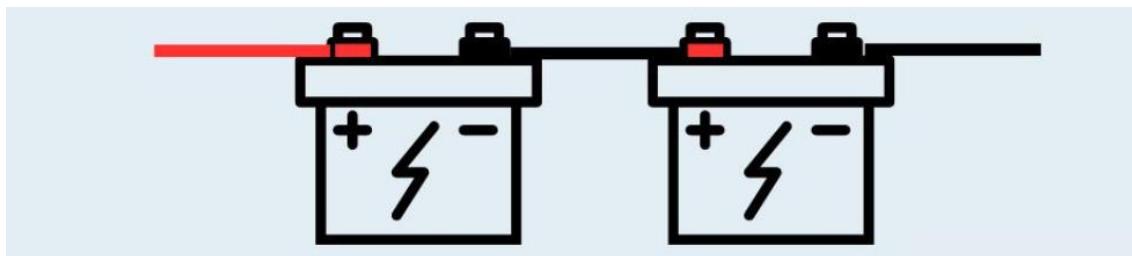
Dimana η sebagai efisiensi baterai dan DoD adalah nilai minimum yang dipersyaratkan (45%)

Dimana:

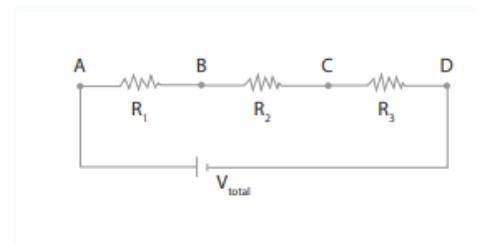
- W_{total} = Total Kebutuhan Energi Harian (kWh)
- η = Efisiensi baterai
- v = Tegangan sistem
- DoD = Depth of Discharge, minimum yang dipersyaratkan $\approx 45\%$

Hari otonom diasumsikan dua hari dengan tambahan satu hari sebagai Cadangan modul surya tidak mendapatkan sinar matahari atau saat hari mendung (ing Bagus Ramdhani,2018).

Sambungan seri melibatkan menghubungkan 2 atau lebih baterai secara bersamaan untuk meningkatkan tegangan sistem baterai tetapi mempertahankan nilai amp-hour yang sama ingatlah bahwa dalam koneksi seri setiap baterai harus memiliki voltase dan nilai kapasitas yang sama, karena dapat merusak baterai, untuk menghubungkan baterai secara seri perlu menggunakan pengisi daya yang sesuai dengan tegangan sistem, dianjurkan mengisi setiap baterai satu per satu dengan pengisi daya multi-bank untuk menghindari ketidakseimbangan antar baterai. (Rellion Batteray,2019). Contoh rangkaian seri baterai sebagaimana pada Gambar 2.10, dan rangkaian seri hambatan pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 10 Peyambungan Baterai Secara Seri (Rellion Battery,2019).



Gambar 2. 11 Rangkaian Seri (Quipper,2019)

Persamaan rangkaian seri berdasarkan Gambar 2.11 :

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (2.8)$$

$$V_{\text{total}} = V_{AB} + V_{BC} + V_{CD} \quad (2.9)$$

Dimana:

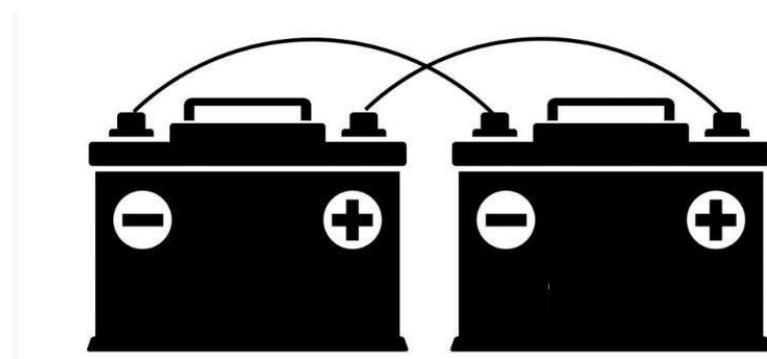
R : Resistansi (Ohm)

V : Tegangan (Volt)

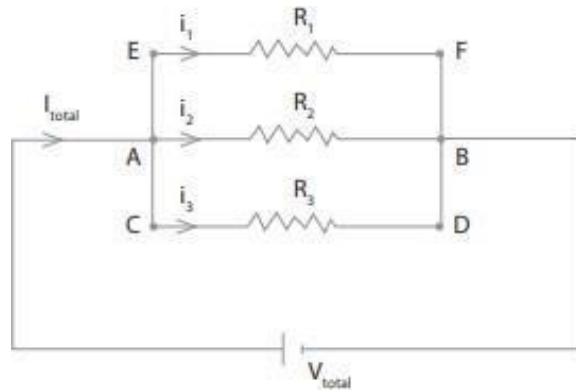
Koneksi parallel melibatkan menghubungkan dua atau lebih baterai secara bersamaan untuk meningkatkan kapasitas amp-jam bank baterai tetapi voltase tetap sama, untuk menghubungkan baterai secara parallel, terminal positif dihubungkan bersama melalui kabel dan terminal negatif dihubungkan bersama dengan kabel lain sampai mencapai kapasitas yang diinginkan.

Sambungan parallel tidak memungkinkan baterai memberi daya diatas output tegangan standarnya melainkan meningkatkan durasi yang dapat digunakannya untuk memberi daya pada peralatan penting untuk diperhatikan bahwa saat mengisi baterai yang terhubung secara parallel, peningkatan kapasitas amp-hours mungkin memerlukan waktu pengisian yang lebih lama (Rellion Battery,2019).

Contoh rangkaian baterai secara paralel sebagaimana pada Gambar 2.12 dan rangkaian hambatan secara paralel pada Gambar 2.13



Gambar 2. 12 Penyambungan Baterai Secara Paralel (Rellion Battery,2019)



Gambar 2. 13 Rangkaian Paralel (Quipper,2019)

Persamaan rangkaian parallel berdasarkan gambar 2.13 di atas adalah

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 \dots \quad (2.11)$$

$$V_{AB} = V_{CD} = V_{EF} = V_{\text{total}} \dots \quad (2.12)$$

Dimana:

R : Resistansi (Ohm)

V : Tegangan (volt)

2.8 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller atau dikenal sebagai *battery charge regulator*, BCR adalah komponen elektronik daya di PLTS untuk mengatur pengisian baterai dengan modul fotovoltaic menjadi lebih optimal. Perangkat ini beroperasi dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian berdasarkan daya yang tersedia dari larik modul fotovoltaic dan status pengisian baterai (*SoC, state of charge*). Untuk mencapai arus pengisian yang lebih tinggi beberapa *Solar Charge Controller* dapat dipasang secara parallel di bank baterai yang sama dan manggabungkan daya dari larik modul fotovoltaic.

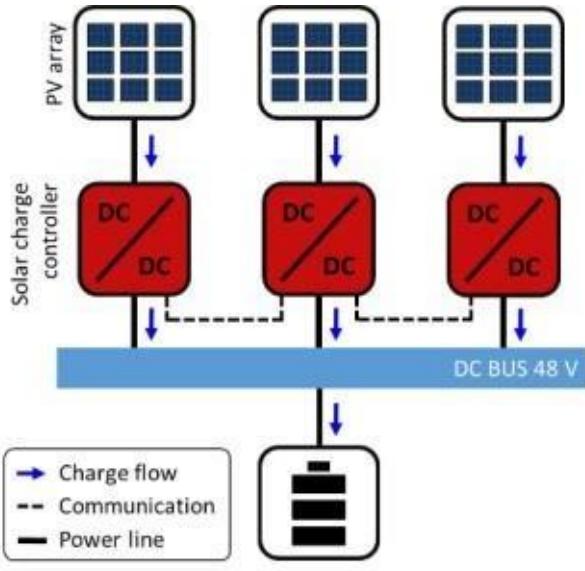
Guna mengestimasi kebutuhan kapasitas maksimal dari SCC yang akan dipasang pada sistem PLTS dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Kapasitas SCC} = \frac{\text{Daya maksimum panel} \times \text{safety factor}}{\text{Tegangan sistem}} \quad (2.13)$$

Dimana untuk besar safety factor adalah sebesar 1,25 (Kossi, R. 2022), sehingga untuk perhitungan dengan telah diketahui sebelumnya untuk energi beban.

Persamaan SCC juga dapat dicari dengan perhatikan *Isc* (*short circuit current*). Selanjutnya, kalikan *Isc* dengan *Safety factor* dan jumlah panel surya. Maka untuk menentukan kapasitas SCC rumusnya adalah: (Utami, R.P, dkk. 2022). Contoh pengaplikasian SCC seperti pada Gambar 2.14

$$\text{Daya SCC} = \text{Isc} \times \text{Jumlah Panel Surya} \quad (2.14)$$



Gambar 2. 14 Pemasangan *Solar Charge Controller* di Sistem PLTS pada umumnya
(ing.Bagus Ramdhani,2018)

Spesifikasi *Solar Charge Controller* yang ideal adalah sebagai berikut:

- Tegangan dan arus masukan (input) maksimum solar charge controller harus lebih tinggi dari tegangan dan arus maksimum lari modul fotovoltaik yang terhubung pada kondisi apapun;
- Efisiensi yang tinggi ($\geq 98\%$) pada tegangan sistem dan dilengkapi dengan MPPT;
- Dilengkapi dengan sistem proteksi berikut ini:
 - Proteksi polaritas terbaik di sisi masukan (*input reverse polarity*).
Bila secara tidak sengaja salah menghubungkan kabelnya;
 - Proteksi tegangan tinggi baterai (high voltage)

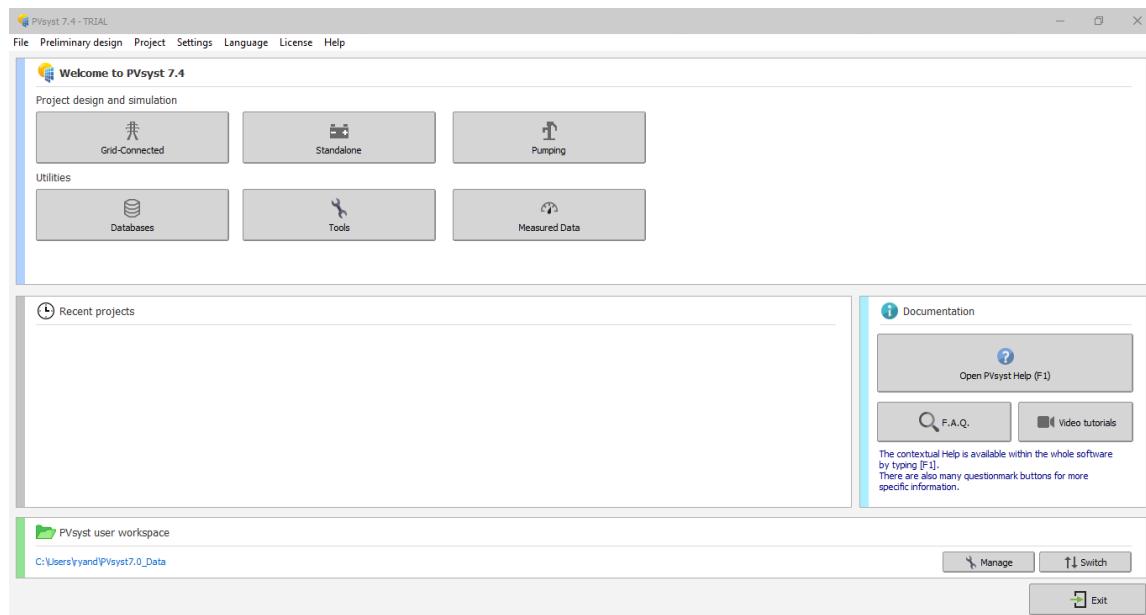
disconnects), yang secara otomatis menghentikan proses pengisian di saat tegangan baterai telah mencapai batas yang ditentukan untuk menghindari pengisian baterai yang berlebihan;

3. Proteksi arus lebih (overcurrent), perangkat ini harus memiliki rating paling sedikit 125% dari arus hubungan arus pendek larik modul fotovoltaic;
 4. Proteksi *ground fault*, untuk melindungi kabel ketika konduktor model fotovoltaic bersentuhan dengan sistem penbumian (*grounding*);
 5. Proteksi tegangan berlebih (*overvoltage*), dipasang disisi masukan larik modul fotovoltaic;
 6. Pengisian (*charging*) baterai dengan kompensasi temperature.
- d. Sesuai dengan teknologi baterai yang terpasang
 - e. Tampilan yang mudah digunakan untuk mengatur dan menunjukkan status solar charge controller.
 - f. Diuji dan disertifikasi sesuai standar IEC 62509 standar ini mengatur persyaratan minimum untuk fungsi dan kinerja solar charge controller.(ing.Bagus Ramdhani,2018).

2.9 PVsyst

PVsyst merupakan paket *software*/perangkat lunak yang digunakan untuk proses pembelajaran, pengukuran (*sizing*), dan analisa data dari sistem PLTS secara lengkap PVsyst dikembangkan oleh Universitas Genewa yang terbagi ke dalam sistem terinterkoneksi jaringan (*grid-connected*), sistem berdiri sendiri (*stand-alone*), sistem pompa (*pumping*), dan jaringan arus searah untuk transportasi publik (*DC-grud*), PVsyst juga dilengkapi database dari sumber data meteorologi yang luas dan beragam, serta data komponen-komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Contoh tampilan Pvsyst seperti pada Gambar 2.15.



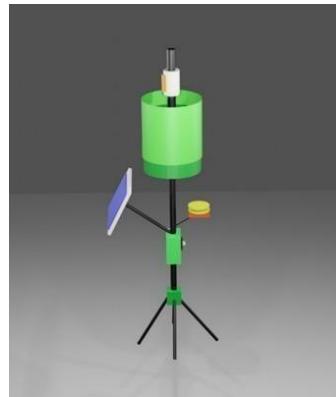
Gambar 2. 15 Tampilan Preliminary Design pada Aplikasi PVsyst 7.3.1

Beberapa contoh sumber data meteorologi yang dapat digunakan pada PVsyst yaitu bersumber dari MeteoNorm V 6.1 (interpolasi 1960-1990 atau 1981-2000) NASA-SSE (1983-2005), PVGIS (untuk Eropa dan Afrika), Satel-Light (untuk Eropa), TMY2/3 dan Solar Anywhere (untuk USA), EPW (untuk

Kanada), Retscreen Helioclim dan Solar GIS (berbayar).

2.10 Rancangan Perangkap Hama Tikus UGM

Perancangan perangkap hama tikus yang telah didesain sebagaimana pada Gambar 2.16



Gambar 2. 16 Konsepnya Seperti Perangkap Hama Lalat

Konsep pada Gambar 2.16 menunjukan perangkap hama lalat konsep dari pihak UGM terinspirasi dari alat hama lalat tersebut ingin menjadikan alat perangkap hama tikus. Konsep jalur perangkap sebagaimana pada Gambar 2.17



Gambar 2. 17 Jalur Perangkap Hama Tikus

Dari konsep yang di jabarkan pada Gambar 2.17 maka dari itu kami membuat Konsep Perangkap Tikus dengan bantuan pihak UGM.

2.11 *State Of The Art*

No	Judul Jurnal	Nama Peneliti	Pembahasan Jurnal
1	Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Intensitas Cahaya yang Dihasilkan	Junaedi Sihite, Program Studi Teknik Elektro Universitas HKBP Nommensen, (2021)	Penelitian ini membahas mengenai pengaruh sudut kemiringan dan arah panel surya terhadap intensitas cahaya yang berpengaruh terhadap keluaran panel surya. Panel surya menangkap intensitas secara maksimal apabila sudut kemiringan dan arah panel surya tegak lurus terhadap sinar
2	Rancang Bangun Perangkap Hama Serangga Pada Padi Dengan Sumber Sel Surya	Novia Utami Putri, I Putu Angga Saputra, Fika Trisnawati, Universitas Teknokrat Indonesia. (2022)	Pada penelitian ini penulis membuat perangkap hama serangga pada padi bersumber pada sel surya yang dihasilkan oleh alat perangkap hama serangga pada padi berapa tahan lama daya terbesar yang dihasilkan panel surya yaitu pada hari ke-2 pukul 11:00 WIB dengan daya sebesar 126,132 Watt, dan tegangan pada hari ke-2 yaitu 23,6 V dan aru sebesar 6,87 A.

3	Power Supply dan Transmisi data dari Smart Sistem Perangkap untuk Aplikasi Hama Serangga	Muhammad Iqbal Sutikono,Achamd Ryan Al Fajri, Firdaus, Alan Soffan, Iftitah imawati. Universitas Islam Indonesia, (2020).	Penelitian ini berhasil membuat sistem catu daya dan transmisi data nirkabel pada alat pemantau hama tanaman dengan menmanfaatkan sumber energi terbarukan dari sinar matahari sistem catu daya alat ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan komponen elektronik untuk perangkap dan penghitung hama serangga. Sistem catu daya menggunakan panel surya 10 wp dengan kapasitas peyimpanan energi 44,1 wh efisiensi sistem catu daya adalah 96% dan dapat bertahan 2-3 hari tanpa mengisi daya saat baterai awal penuh Mengirim data secara wireless ke area minotoring dengan beberapa titik menggunakan long range area (Lora).
---	--	---	---

4	Rancang Bangun Alat Pengusir Tikus dan Burung Pada Tanaman Padi Berbasis Tenaga Surya	Muhammad Sulton Bana, Diana Rahmawati, Koko Joni, Miftachul Ulum Universitas Trunojoyo Madura (2020)	Perancangan alat pengusir tikus menggunakan gelombang ultrasonik yang dibangkitkan melalui IC NE- 555, dalam percobaan ini dihasilkan pergerakan tikus terganggu pada rentang frekuensi 5-6 Khz Pada semua percobaan yang telah dilakukan, tikus yang pergerakan terganggu hanya sebagian, dan sebagian lagi tetap makan, hal ini dikarenakan tikus yang diujicoba merupakan tikus hasil ternakan sehingga tikus memiliki sifat dan kebiasaan yang berbeda. Pergerakan motor servo paling maksimal pada sudut 80 derajat sampai 90 derajat
5	Alat Perangkap Hama Seangga Padi Sawah Menggunakan Cahaya Dari Tenaga Surya	Hari Andi Ilham, Rully Syahta, Finky Anggara, Jamaluddin Politeknik Pertanian Negeri	Penelitian ini membuat sebuah alat hama serangga padi menggunakan cahaya dari tenaga surya Untuk mengendalikan hama serangga yang ramah lingkungan, dirancang sebuah alat perangkap hama serangga pada padi

		Payakumbuh (2018)	sawah dengan menggunakan cahaya dari tenaga surya dengan sumber listrik dari tenaga surya. Alat ini menggunakan panel surya 10 Wp - 12 V dengan baterai 12 V - 7 Ah. Alat ini menggunakan lampu LED 5 watt dan dapat bertahan selama 14 jam. Alat ini bekerja secara otomatis karena menggunakan sensor LDR (cahaya) untuk menghidupkan lampu secara otomatis
6	Alat Perangkap Hama Seangga Padi Sawah Menggunakan Cahaya Dari Tenaga Surya	Sudarmono, Joko Waluyo, Wahyu Wilopo Magister Tenik Sistem UGM (2020)	Penelitian ini membuat sebuah desain Alat pembasmi hama serangga pada tanaman bawang merah dengan lampu led yang sumber listriknya dari panel surya. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, alat dapat berfungsi dengan pengisian baterai berlangsung 3,46 jam dan menggunakan baterai lithium rangkaian paralel 3,7 Volt, 3400 mAh dan lama penyinaran matahari pada panel surya 4 jam mampu menyalaikan lampu led dengan beban 1 watt selama 12

			jam, maka PLTS dikatakan layak menjadi energi alternatif bagi para petani bawang merah di Kabupaten Brebes
7	Alat Perangkap Hama Dengan Metode Cahaya UV dan Sumber Listrik Panel Surya	Wahyu Alamsyah Otong Nurhilal, Jajat Yuda Mindara, Aswad Hi Saad, Setianto, Sahrul Hidayat Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Padjadjaran (2017)	Penelitian ini membuat sebuah desain alat perangkap hama dengan basis cahaya UV yang sumber listriknya dari panel surya. Untuk memudahkan di dalam penggunaannya, alat telah dilengkapi dengan kontroler sehingga pengisian baterai dan penyalaan lampu dapat diatur waktunya secara otomatis. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, alat dapat berfungsi dengan baik, yaitu pengisian baterai berlangsung normal dan pada saat matahari terbenam, secara otomatis lampu UV menyala selama 10 jam. Setelah menyala 10 jam lampu UV akan mati secara otomatis
8	Analisa Efektivitas Alat Perangkap Hama Walang Sangit Berbasis Panel	Taupik Hermawan Muhammad Saukani,	Pada variasi Jam, kelembaban udara dan intensitas cahaya (Varian watt dan warna lampu) yang banyak mendapatkan

	Surya Dengan Variasi Daya Lampu	S,Si.M.Si Mujiburrahman ST.MT Teknik Uniska Banjarmasin, 2021	Wala Walang sangit adalah waktu pergantian hari, yaitu Jam 18.00-19.00 Wita dan menjelang terbit fajar jam 05.00-06.00 Wita dengan. Warna kuning menjadi warna dengan banyak walang sangit yang tertarik.
9	Sistem Peralatan Perangkap Serangga Tanaman Padi Demgan Panel Surya Sebagai Catu Daya	Muhammad Suyanto, Subandi, Encep Iman Cademas Insititut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta(2020)	Pada penelitian ini proses pengisian baterai dari sumber energi listrik panel surya dapat mengisi secara maksimal, ini dapat dilihat dari hasil pengujian pengisian baterai yang dilakukan selama lima hari dari pukul 09.00WIB – pukul 16.00 WIB menghasilkan rata - rata tegangan dan arus pada setiap jamnyasebesar 14,70 volt dan 0,60 vmpere. Sehingga didapatkan daya sebesar 8,82 wattuntuk alat dapat bekerja dalam satu malam (12 jam) daya yang diperlukan untuk menyuplai beban lampu LED dan kawat elektrik adalah sebesar 89,58 wat Pada penghitungan penaik tegangan, ketika tegangan input 3,0 volt nilai tegangan outputnya sebesar 599 volt dan nilai rata- rata

			selisih output tegangan adalah 43,6 volt. Jadi, pada saat tegangan input dinaikan 1,0 volt, tegangan outputnya naik sebesar 218 volt. Karena input tegangan yang diberikan adalah sebesar 5,volt maka, tegangan output yang dihasilkan adalah 1035 volt
10	Rancang Bangun Otomatisasi Lampu Perangkap Hama Tenaga Surya Pada Tanaman Bawang Merah	Andy Suprayoga, dkk. Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2023	Penelitian ini membuat desain otomasi lampu perangkap hama tenaga surya pada tanaman bawang merah untuk membasi hama bawang merah. lampu dapat menyala stabil pada pukul 17.30 sampai dengan 05,30

Tabel 2. 1 Jurnal Terkait