

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada penelitian dan beberapa jurnal ilmiah telah dituliskan mengenai pembahasan pembangkit listrik dari energi terbarukan dan pembahasan mengenai perancangan pengubah tegangan (Inverter). Salah satunya pada penelitian saudara Muhammad Jamaludin yang membuat suatu rancang bangun tentang pembangkit listrik sepeda hybrid berbasis tenaga pedal dan tenaga surya, yang mana dalam penelitian tersebut memiliki 2 sumber energi listrik yaitu berasal dari putaran generator yang digerakkan oleh tenaga manusia kemudian perpindahan sel elektron yang berasal dari cahaya matahari.

Kemudian pada penelitian terkait kendali pengisian baterai telah dilaksanakan oleh saudara Handri Sumarwan. Yang mana pengisian charger tersebut berasal dari perputaran kubah masjid yang mana putaran tersebut digerakkan oleh tenaga angin. Menggunakan sistem kerja yang sama seperti Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) dengan memanfaatkan putaran kubah masjid yang berada pada ketinggian tertentu dan kemudian disinkronkan kepada turbin untuk menggerakkannya kemudian turbin yang bergerak tersebut menginduksi generator untuk menghasilkan listrik bolak-balik.

Termasuk pada penelitian lainnya terkait analisis pemanfaatan energi alternatif pada solar cell yaitu berjudul analisis potensi sumber energi alternatif untuk konservasi energi listrik di gedung keuangan Negara Yogyakarta yang mana pada penelitian tersebut, Sistem PLTS yang digunakan adalah menggunakan sistem PLTS On Grid, dengan menggunakan energi matahari sebesar 13% berasal dari

PV Array kemudian yang bersumber dari PLN langsung sebesar 87%. Hal ini diterapkan agar mengurangi pembengkakan biaya energi listrik gedung keuangan Yogyakarta kepada PLN, sedangkan di sisi lain agar menambah sumber beban lebih besar karena selama ini Back-Up yang berasal dari *Generator-set* masih belum cukup membantu untuk dapat menghidupkan beban disaat terjadi pemutusan energi listrik dari PLN.

Pada penelitian lainnya mengenai perancangan alat elektronika pengubah sifat tegangan juga pernah dilakukan oleh saudara Eko Prasityono yang membuat perancangan inverter 24 volt DC ke 220 volt AC. Yang menjabarkan mengenai komponen yang digunakan untuk menghasilkan tegangan 220 Volt bersifat bolak-balik atau *Alternating Current*. Akan tetapi pada penelitian tersebut mengalami kekurangan dalam hal pengubah daya untuk dapat mencharging aki kembali agar tidak mengalami drop. Kemudian perancangan inverter dari penelitian beliau masih belum dapat menghasilkan daya besar hingga 500 Watt, sehingga masih belum dapat memback up untuk kebutuhan rumah tangga. Oleh karena itu, dari beberapa pernyataan terkait perancangan inverter tersebut perlu adanya penelitian pengembangan yang bertujuan untuk melengkapi rangkaian dari beberapa kekurangan penelitian tersebut. sehingga tujuan dari penelitian tersebut dapat tercapai. Pengembangan tersebut tertuju pada sistem otomatis charging pada catu daya accumulator. Yang mana accumulator sebagai sumber energi di Inverter masih terdapat kekurangan karena cepatnya habis kapasitas pada accumulator dikarenakan sumber yang terus dibebani oleh beban listrik tanpa dicharging ulang ketika sedang terbeban.

## 2.1. Potensi Energi

Energi matahari merupakan energi yang dapat diperbaharui yang selalu tersedia dan tidak akan pernah habis walau terjadi perubahan musim sekalipun. Potensi yang ada di Bumi sangatlah baik untuk dijadikan sebuah pembaharuan energi potensial yang selalu digunakan zaman umat manusia nanti. Kelimpahan energi matahari merupakan suatu cara untuk dapat memajukan perkembangan energi listrik yang ada di Dunia. Kelimpahan energi matahari yang ada di Dunia masih belum dapat digunakan secara maksimal artinya masih banyak energi matahari yang terbuang begitu saja tanpa dimanfaatkan untuk dapat menjadi energi lainnya seperti halnya energi listrik. Sehingga perlu adanya kegiatan secara individu maupun personal untuk pemanfaatan energi matahari tersebut seperti dengan membuat suatu back up pembangkit mandiri berbasis solar cell untuk menjadi solusi memanfaatkan energi listrik yang ada di rumah-rumah. Hal ini merupakan salah satu usaha untuk menfaatkan energi matahari yang masih belum dapat digunakan secara maksimal.

Indonesia sendiri, mendapatkan potensi yang sangat besar dari potensi energi matahari, yaitu memiliki kapasitas energi  $4.8 \text{ KWh/m}^2$  atau 112.000 GWp, akan tetapi energi yang telah dimanfaatkan baru sekitar 10 MWp. Oleh karena itu, banyak upaya yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia untuk memanfaatkan energi matahari yang ada di Indonesia dengan membuat suatu *roadmap* bahwasanya pada tahun 2025 indonesia akan menargetkan untuk memanfaatkan energi matahari yang dipasang pada kapasitas PLTS hingga

tahun 2025 adalah sebesar 0.87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun. Target ini merupakan jumlah dari gambaran potensi untuk pengembangan energi surya di masa yang akan datang

Potensi energi matahari jika dikalkulasikan dalam bentuk daya aktif mampu mencapai rata-rata 2,8 kilowatt hour (kwh) per meter persegi setiap hari nya, atau setara pada angka 112.000 GWp. Hal ini apabila dibandingkan dengan wilayah di Jerman dan di Eropa, Indonesia memiliki potensi lahan 10 kali lipat dibanding keduanya. Akan tetapi hingga detik ini, kapasitas yang telah digunakan atau disalurkan baru berjumlah sebesar  $\pm$  30 megawatt (MW). Masih kurang dari 1% dari total potensi yang ada di Indonesia.

## **2.2. Konverter Energi**

Sebelum mengetahui mengenai konverter energi, terlebih dahulu hal yang harus diketahui adalah mengenai kata kerja itu sendiri yaitu konverter energi. Konverter energi merupakan salah satu piranti elektronik yang dapat mengubah suatu energi untuk menghasilkan energi lain, sehingga alat ini lebih tepatnya diaplikasikan pada energi listrik yang memiliki karakter yang berbeda seperti AC dan DC.

Pada pembahasan sebelumnya telah dipaparkan mengenai energi itu sendiri yang tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Pada tinjauan pustaka ini, akan sedikit dipaparkan mengenai salah satu konverter energi listrik yang sangat sering digunakan yaitu inverter. Akan tetapi konverter yang digunakan ini terkadang masih belum dapat menghasilkan energi yang memiliki daya

efisiensi dan efektifitas. Oleh karena itu, perlu adanya terobosan kreatif sehingga dapat menghasilkan energi yang efektif dan efisien tersebut.

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

### **2.3.1. Pengertian PLTS**

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi utamanya. Pembangkit listrik tenaga surya memiliki 2 macam cara agar dapat diubah menjadi energi listrik yaitu dengan menggunakan cara langsung dan cara tidak langsung. Cara langsung adalah dengan memanfaatkan sel surya sebagai alat yang digunakan untuk mengubah energi tersebut yang dinamakan efek fotoelektrik. Cara tidak langsung adalah dengan menggunakan pemusatan energi matahari, yaitu dengan memusatkan seluruh cahaya matahari kepada satu titik dengan saling memantulkan menggunakan cermin yang kemudian diletakan pada luasan daerah tertentu.

Komponen utama pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah dengan menggunakan teknologi fotovoltaik atau biasa disebut sebagai sel surya. Dewasa ini sangat banyak teknologi pembuatan sel surya. Salah satunya sel surya konvensional yang sudah komersil saat ini menggunakan teknologi wafer silikon kristalin yang proses produksinya cukup kompleks dan mahal. Secara umum, pembuatan sel surya konvensional diawali dengan proses pemurnian silika untuk menghasilkan silika solar grade (ingot), dilanjutkan dengan pemotongan silika menjadi

wafer silika. Selanjutnya wafer silika diproses menjadi sel surya, kemudian sel-sel surya disusun membentuk modul surya. Pada tahapan terakhir adalah mengintegrasikan modul surya dengan BOS (Balance of System) menjadi sistem PLTS. BOS adalah komponen pendukung yang digunakan dalam sistem PLTS seperti inverter, baterai, sistem kontrol, dan lain-lain. Begitu pula pada penerapan PLTS yang hanya memiliki skala kecil tingkat Back-up pada kelistrikan rumah tangga. Salah satu penerapannya pada sistem PLTS Skala mikro untuk skema pengisian baterai otomatis.

Penggunaan sel surya merupakan salah satu energi alternative yang selalu tersedia keandalannya disamping lebih aman dalam penggunaannya dan lebih mudah dalam penerapannya. Sehingga proses pengisian charger pada accumulator pun dapat selalu berjalan secara terus menerus hingga pada keadaan tertentu di aki yang telah mengalami pengisian full maka pengisian pada solar cell dapat berhenti sesuai intruksi dari rangkaian charger *auto cut on off* tersebut. Penerapan pembangkit listrik tenaga surya ini menggunakan skala mikro yaitu hanya diperuntukan untuk mencharger aki sebagai cadangan energi yang sewaktu-waktu sumber energi listrik yang bersumber dari PLN terjadi pemadaman sehingga sel surya ini menjadi salah satu solusi agar listrik tetap mengalir di tempat-tempat tertentu. Oleh karena itu, sel surya yang digunakan memiliki kapasitas sebesar 20Wp atau 20 watt per *hour* sebagai salah satu sumber energi listrik yang akan digunakan untuk mengisi accumulator tersebut.

Cara kerja untuk pengaplikasian PLTS Skala mikro pada penelitian kali ini yaitu dengan dihubungkan langsung kerangkaian charger *auto cut on off* pada accumulator kemudian akan dijelaskan pada cara kerja PLTS Skala mikro terkait komponen dan rangkaian yang dihubungkan menuju pada beban listrik tersebut.



**Gambar 2. 1 PLTS Bima NTB**

Sumber : <http://globalenergy.co.id/tag/panel-surya-murah/>

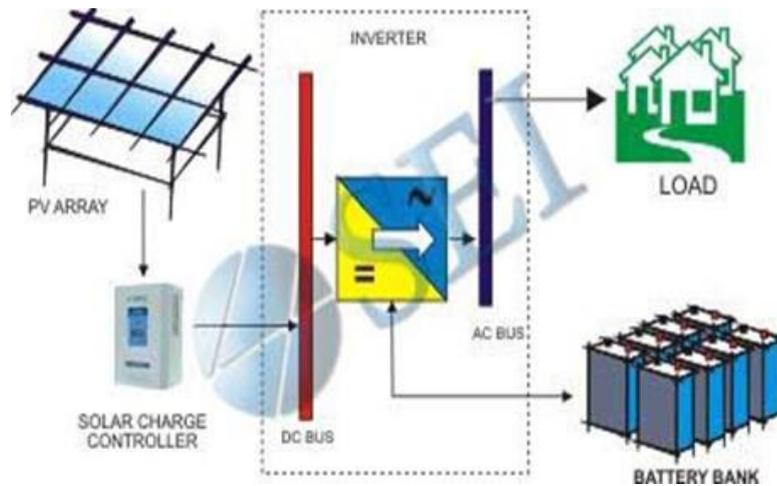
### **2.3.2. Jenis-jenis PLTS**

Pada pembangkit listrik tenaga surya, memiliki beberapa jenis untuk sistem pada pembangkit listrik tersebut, yaitu Pembangkit listrik tenaga surya terpusat, pembangkit listrik *on-grid*, pembangkit listrik *off-grid*, yang mana dari setiap jenis-jenisnya akan dipaparkan pada pembahasan dibawah ini :

#### **1. PLTS terpusat**

Sistem pembangkit listrik ini disebut sebagai sistem pembangkit listrik individu yang mana sebagai salah satu solusi untuk menikmati energi listrik di daerah perdesaan atau daerah terpencil lainnya yang sangat sulit untuk dijangkau saluran distribusi dari PLN atau

pembangkit lainnya. Maka sistem pembangkit listrik terpusat ini merupakan salah satu solusi tersebut. menggunakan sel photovoltaic sebagai sumber energi utama untuk pembangkit listrik ini tanpa terhubung dengan sumber lain untuk menghidupkan listrik tersebut. sebagaimana skema dibawah ini :



**Gambar 2. 2 Skema PLTS Terpusat**

Sumber : <https://rakhman.net/power-plants-id/jenis-sistem-plts/>

Dari skema diatas merupakan bentuk sederhana dari pembangkit listrik tenaga saurya terpusat yang menggunakan photovoltaic array untuk mereduksi energi matahari yang kemudian digunakan untuk mengisi baterai sebagai penyimpanan energi dari panel tersebut. sebelum digunakan oleh beban rumah tangga pada umumnya, listrik tersebut diubah oleh inverter menjadi arus bolak-bali (AC)

## 2. PLTS *On-Grid*

**PLTS On Grid** atau yang disebut sebagai *Grid Connected PV System* merupakan penerapan dari solusi Green Energy untuk penduduk perkotaan, industri, atau di daerah perkantoran sekalipun. Sistem PLTS ini menggunakan modul surya photovoltaic module, yang mana jaringan listrik ini menggunakan sistem transfer dengan jaringan PLN atau sumber AC,



**Gambar 2. 3 Skema PLTS On Grid**

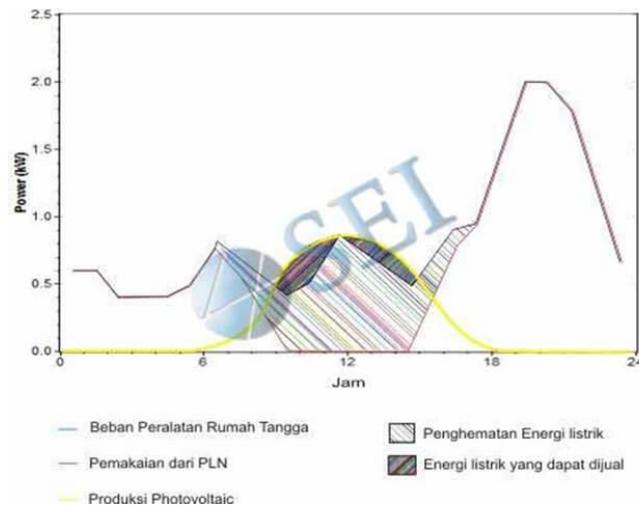
Sumber : <https://rakhman.net/power-plants-id/jenis-sistem-plts/>

Sebagaimana yang dimaksud on grid, maka sistem PLTS On grid tetap terhubung dengan jaringan listrik PLN agar mendapatkan listrik yang maksimal sesuai pengkondisian pada cuaca ataupun keperluan yang digunakan di dalam rumah itu sendiri.

Pada waktu tertentu, seperti diwaktu siang yang rata-rata intensitas cahaya matahari sangat tinggi maka pada panel surya mendapatkan energi yang cukup baik dari sinar matahari, sehingga *photovoltaic array* akan mengkonversi panas dan sinar matahari

pada waktu tertentu untuk menghasilkan energi listrik. Sehingga listrik yang dihasilkan oleh PV Array menjadi energi listrik DC yang mana listrik DC ini akan diubah dulu menjadi listrik AC dengan melalui alat yang bernama Grid Inverter untuk diubah menjadi AC sehingga dari listrik AC ini dapat digunakan untuk berbagai macam beban yang ada di rumah seperti kulkas, AC, dan peralatan elektronik lainnya. Apabila pada momentum tertentu PV Array menghasilkan energi yang berlebih maka sistem transfer energi dapat diterapkan di sistem on grid ini, menuju Listrik PLN, untuk dijual sesuai kesepakatan sistem transfer energi yang telah disepakati.

Akan tetapi jika pada suatu saat mengalami kondisi minim energi seperti pada waktu malam atau kondisi langit yang mendung sehingga sangat kecil nilai intensitas sinar matahari, maka sistem akan berganti menggunakan jaringan listrik PLN karena pada sistem on grid, jaringan saling terhubung antara PLTS dengan jaringan listrik PLN itu sendiri. Sebagaimana pembagian jaringan pada kurva dibawah ini :



**Gambar 2. 4 Diagram Perbandingan PLTS On Grid**  
 (Sumber : <https://rakhman.net/power-plants-id/jenis-sistem-plts/>)

Dari penggambaran kurva diagram diatas, tentu saja terdapat beberapa keuntungan dari penggunaan sistem PLTS On grid ini. Salah satu keuntungan yang diperoleh dari sistem PLTS On grid ini adalah :

- Mengurangi intensitas dalam menggunakan bahan bakar fosil dari Pembangkit listrik yang terhubung dengan PLN sehingga mampu mengurangi emisi bahan bakar
- Menghindari polusi suara sebagaimana back up energi yang digunakan oleh generator-set yang menghasilkan suara tinggi, karena panel surya menghasilkan energi listrik yang cukup baik tanpa menimbulkan suara yang tinggi
- Mengurangi biaya operasional dalam penggunaan listrik.
- Menerapkan kemudahan dalam hal pengoperasian sistem energi listrik dalam rumah/perusahaan

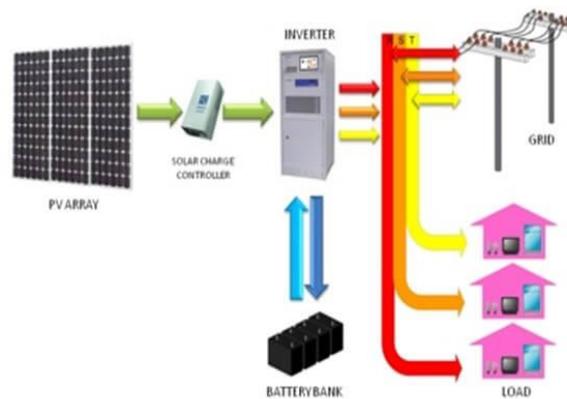
- Membantu dalam menstabilkan energi listrik dari PLN
- Menambah pendapatan rutin dari jual-beli bebandaya yang mendapatkan kelebihan dari sinar matahari
- Mendapatkan kemudahan dari sistem pengoperasian dan perawatan sistem PLTS tersebut.
- Menghasilkan nilai eksetika pada desain rumah

### 3. PLTS *Off-grid* dengan baterai

Berbeda pada jenis PLTS sebelumnya, yaitu pada PLTS yang ini memiliki komponen tambahan untuk selalu menjalankan sistem pembangkit listrik tenaga surya tersebut yaitu *back-up* baterai. Sistem PLTS ini merupakan salah satu solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan di daerah perkotaan seperti yang bertempat di daerah perkantoran, perumahan, ataupun fasilitas publik lainnya. PLTS ini menerapkan sistem menggunakan Modul Surya (*Photovoltaic Modul*) sehingga listrik yang dihasilkan menjadi ramah lingkungan tanpa ada emisidari fosil sedikit pun. Oleh karena itu, sistem ini bagian pengembangan dari jenis PLTS lainnya dengan menggunakan *photovoltaic modul* sebagai pengubah enregi surya menjadi energi listrik.

Sistem PLTS ini menggunakan baterai back-up sebagai cadangan energi yang terinstalasi di perumahan atau perkantoran agar selalu terjaga kontinuitas dalam suplai energi listrik pada peralatan-

peralatan elektronik. Apabila pada saat tertentu terjadi kegagalan dalam penyuplaian energi listrik yang berasal dari PLN atau terjadi kerusakan tertentu pada jaringan listrik PLN hingga terjadi pemadaman listrik yang mengganggu kinerja dari peralatan-peralatan elektronika tersebut. Sehingga bentuk skema dari rangkaian PLTS jenis ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 5 Skema PLTS Off Grid

Sumber : <https://rakhman.net/power-plants-id/jenis-sistem-plts/>

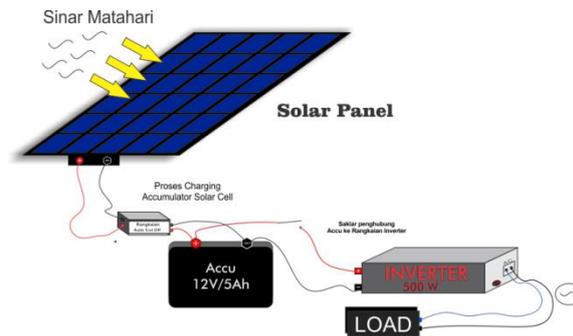
Dari skema diatas, terdapat beberapa keuntungan menggunakan jenis PLTS ini, adalah sebagai berikut :

- Mengurangi biaya pemakaian energi listrik dari PLN dengan menjalankan pembangkit listrik secara mandiri.
- Dapat menjadi cadangan (backup) listrik untuk beberapa beban listrik yang sangat penting apabila terjadi *trip* pada jaringan listrik PLN

- Kelebihan beban listrik yang dihasilkan dapat dijual kepada PLN sesuai prosedur dan kesepakatan yang ada.
- Mengurangi biaya operasional

### **2.3.3. Cara kerja PLTS Skala mikro**

Sel surya merupakan salah satu sumber energi listrik penghasil tegangan DC ketika terjadi reaksi pada rangkaian tersebut. Konservasi energi photovoltaic pada sel surya memiliki 2 tahap yang dilalui. Salah satu caranya adalah, cahaya matahari yang kemudian diserap oleh permukaan suatu panel yang mana didalam panel tersebut memiliki kumpulan electron yang dapat berpinda-pindah ketika mendapatkan reaksi cahaya (fotoelektrik). Elektron tadi ketika mendapatkan reaksi cahaya akan terlepas pada inti atom atau proton, yang mana dari perpindahan/loncatan electron tersebut mengalami reaksi atau sebutan sederhananya terjadi ledakan pada atom itu dikarenakan kelebihan muatan dari reaksi cahaya tersebut. kelebihan elektron pada muatan itu mengalami perpindahan dari kutub negatif menuju beban listrik seperti bola lampu atau lainnya yang dihubungkan pada kutub sumber energi listrik tersebut, dan masuk pada kutub positif. Begitu seterusnya sebagaimana perumpamaan yang dapat dilihat pada contoh gambar 2.6



**Gambar 2. 6 Skema PLTS Skala Mikro dengan Charger Otomatis**

Dari skema diatas dapat diketahui bahwasanya PLTS Skala mikro digunakan sebagai cadangan back-up dari suatu utilitas pada jaingan listrik di rumah atau lainnya. Hal ini terjadi dikarenakan energi yang dihasilkan pada sistem tersebut mampu menghasilkan daya sebesar +- 500 watt

Pada awalnya, sinar matahari ditangkap langsung solar cell yang mana solar cell ini memiliki berbagai macam tipe, dari rangkaian secara keseluruhan, PLTS ini menggunakan jenis perubahan energi secara langsung. Artinya perubahan energi menjadi energi listrik berasal dari cahaya secara langsung dan kemudian. Panel surya yang digunakan merupakan panel *Photovoltaic*. yang mana fungsi dari *Photovoltaic* ini adalah dapat mengubah energi secara langsung dari energi cahaya menjadi listrik menggunakan sistem efek fotoelektrik. Ketika terjadi perubahan energi listrik, maka arus yang masuk ke dalam aki yang digunakan untuk mengisi baterai menghasilkan arus DC sehingga tidak perlu menggunakan rectifier terlebih dahulu untuk dapat mengisi baterai tersebut.

Tegangan yang dihasilkan oleh solar cell ini berkisar 18 V sedangkan kapasitas dari panel tersebut adalah 20 Wp, berdasarkan pada rumus dasar agar kita mengetahui berapa lama kecepatan pengisian baterai oleh solar cell adalah :

$$P : V \times I$$

$P$  = Daya Aktif (Watt)

$V$  = Tegangan Sumber (Voltage)

$I$  = Arus masuk (Ampere)

Maka diketahui nilai arus masuk pada baterai yang berasal dari solar cell sebanyak 1,11 Ampere. Sehingga apabila kapasitas pada baterai membutuhkan arus masuk sebanyak 5Ah, perlu waktu pengisian sebanyak-banyaknya 5 jam agar baterai dalam keadaan penuh kembali.

Ketika pengisian baterai telah dilakukan, maka arus pada baterai sebelum digunakan untuk beban listrik dirumah atau industri diubah terlebih dahulu oleh alat pengubah daya yaitu inverter. Sistem kerja pada inverter ini menggunakan transformator daya step up untuk menaikkan tegangan pada inputnya yang berasal dari 12 Volt menjadi 220 Volt sesuai kebutuhan beban listrik pada umumnya. Menggunakan komponen penguat daya yang dapat mempengaruhi kualitas daya ditambah komponen kapasitor dan induktor serta IC (Integrated Circuit) guna untuk mempengaruhi efisiensi daya yang dihasilkan pada keluaran trafo tersebut. Keluaran yang dihasilkan dapat berubah menjadi tegangan 220 Volt dan gelombang keluaran berbentuk sinus kotak atau

murni. Beban daya yang dihasilkan dapat mencapai kapasitas 500 Watt tergantung penggunaan trafo pada Inverter tersebut.

Output tegangan yang dihasilkan oleh inverter tersebut, sebagian dapat digunakan untuk mengcharger aki kembali dengan besaran tertentu tergantung kapasitas aki. Aki yang digunakan, memiliki tegangan maksimum sebesar 12 Volt, sehingga rangkaian *auto cut on off* tersebut yang mengatur arus masuk dan berhentinya kepada aki, agar tidak terjadi kerusakan dan pemborosan energi pada aki tersebut dikarenakan proses yang mengisi terus menerus tanpa dihentikan apabila aki telah penuh. Akan tetapi, pada PLTS Skala mikro ini akan mengalami rugi-rugi daya dikarenakan terdapat tambahan beban pada charging aki tersebut. Pada transformator yang terdapat inverter pun juga menghasilkan losses daya. Mengingat tidak semua trafo mendapatkan daya keluaran sebagaimana pada rumus dasar untuk menghitung jumlah efisiensi dari transformator adalah sebagai berikut :

$$\eta : (V_s \times I_s) / (V_p \times I_p) * 100\%$$

$\eta$  : Efisiensi Trafo

$V_s$  : Tegangan Sekunder

$I_s$  : Arus sekunder

$V_p$  : Tegangan Primer

$I_p$  : Arus Primer

#### **2.3.4. Komponen-komponen PLTS**

Komponen listrik pembangkit tenaga surya merupakan beberapa komponen yang digunakan dalam satu kesatuan agar menghasilkan

listrik dengan besaran tertentu yang dapat digunakan pada skala rumah tangga ataupun skala industri. Dikarenakan energi ini berasal dari sinar matahari. Maka beberapa komponen pembentuknya merupakan penerapan dari teknologi fotosel, sehingga cahaya matahari mampu diubah menjadi energi lainnya yaitu energi listrik.

Komponen utama pada PLTS skala mikro yang akan diterapkan pada penelitian ini merupakan penerapan PLTS pada umumnya, komponen-komponen tersebut ialah

1. **Panel Surya** merupakan komponen utama dari Pembangkit listrik tenaga surya. Pada panel surya memiliki fungsi sebagai pengubah energi, yaitu energi surya menjadi energi matahari. Sehingga dari komponen ini merupakan induk utama dari terbentuknya energi listrik
2. **Regulator** adalah bagian dari perangkat elektronika yang digunakan untuk mengendalikan dan mengatur tegangan serta arus yang dihasilkan oleh panel surya tersebut. regulator ini disebut juga sebagai *controller* yang terintegrasi langsung dengan baterai untuk mengatur dan mengendalikan arus serta tegangan yang dilalui untuk pengisian baterai. Dan kemudian baterai tersebut mengalirkan arus kepada komponen elektronika lainnya agar dapat digunakan untuk perlengkapan elektronika lainnya di rumah tangga atau beban listrik pada umumnya.

3. **Inverter**. salah satu peralatan elektronika termasuk bagian utama dari kerja pembangkit listrik tenaga surya ini, Karena pada alat ini terjadi perubahan sifat tegangan yang mana didalamnya memiliki komponen-komponen elektronika aktif yang dapat mengubah tegangan menjadi lebih besar dan menjadi bentuk gelombang AC yang dapat digunakan pada beban-beban tertentu. Inverter juga yang sering digunakan sebagai back up energi dikala terjadi pemutusan atau pemadaman jaringan listrik Negara PLN, karena fungsinya yang dapat mengubah sifat tegangan DC 24 Volt yang berasal dari baterai dan kemudian di konversi menjadi tegangan AC menghasilkan gelombang sinus modifikasi ataupun sinus murni.
4. **Baterai** merupakan sebuah piranti yang digunakan dalam PLTS skala mikro ini sebagai sumber energi listrik juga. Namun fungsi utamanya adalah sebagai piranti yang menyimpan energi dari solar cell yang dikendalikan oleh *solar charger controller* sehingga listrik dapat digunakan oleh beban listrik ketika telah terhubung langsung oleh beban.

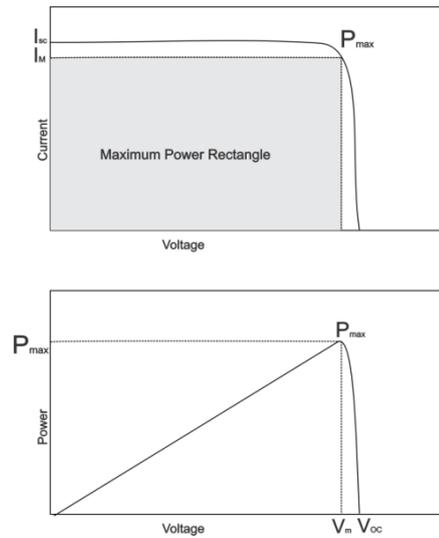
#### 2.3.5. Karakteristik Solar Cell

Setiap komponen pada pembangkit memiliki sumber utama dalam menggerakkan atau sebagai pemicu untuk menghasilkan energi listrik pada sistem pembangkitnya. Hal ini juga yang dilandasi pada pembangkit listrik tenaga surya, yang mana pemicunya berasal dari

komponen cell yang terhubung seri pada panel dengan pelapisan oleh kaca. Sehingga dari kesatuan komponen tersebut mampu menangkap cahaya dengan maksimal. Pada panel tersebut, merupakan bahan yang terbuat dari semikonduktor, yang mana semikonduktor ini memiliki 2 jenis yaitu, jenis  $p$  dan jenis  $n$ , yang mana jenis  $p$  ini memiliki kelebihan muatan *hole* sehingga menghasilkan muatan positif, sedangkan  $n$  berisi kelebihan muatan elektron sehingga menghasilkan muatan elektron.

Ketika terjadi penambahan foton pada semikonduktor tersebut, maka terjadi reaksi perubahan pada kedua jenis tersebut semikonduktor tersebut, yaitu terjadi tarik menarik antara kutub  $p$  dan  $n$  dan pada konversi seterusnya, diantara 2 kutub tersebut muncul kejadian medan listrik, yang mana medan listrik tersebut yang berasal dari perpindahan muatan *hole* dan elektron menghasilkan arus dan tegangan yang bersifat DC.

Arus dan tegangan yang dihasilkan oleh semikonduktor pada panel surya ini memiliki karakteristik yang berbeda pada alat atau komponen lain dari suatu pembangkit listrik pada umumnya. Pada gambar berikut ini, akan ditunjukkan hubungan arus dan tegangan yang dihasilkan oleh solar cell ini, sehingga menghasilkan daya maksimum yang dihitung dari nilai tegangan tersebut.



**Gambar 2. 7** Karakteristik Solar Cell  
(Sumber : Solar Cells, Tom Markvart)

Pada skema diatas menunjukkan bahwasanya nilai daya akan menghasilkan nilai yang maksimum apabila  $V_m$  dan  $I_m$ nya juga mendapatkan nilai maksimum sebagaimana pada rumus daya yang telah dijelaskan sebelumnya.

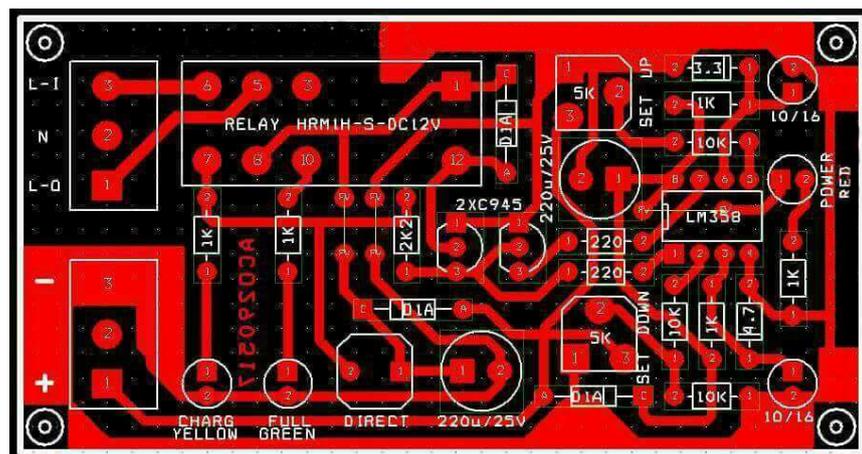
## **2.4.Charger *Auto cut on off* Accumulator**

### **2.4.1. Pengertian Charger *Auto cut on off* Accumulator**

Charger ini merupakan bentuk pengembangan dari kesatuan skema dari PLTS Skala mikro ini. Pengembangannya berada pada sisi baterai yang digunakan untuk menyimpan energi yang berasal dari sel surya tersebut. Baterai yang digunakan secara berkala tanpa di charging sama sekali oleh sistem dari rangkaian PLTS skala mikro tersebut akan cepat mengalami penghabisan kapasitas oleh baterai.

Arus yang digunakan untuk pengisian baterai merupakan berasal dari sumber listrik jala-jala PLN atau dari listrik AC dari inverter itu sendiri.

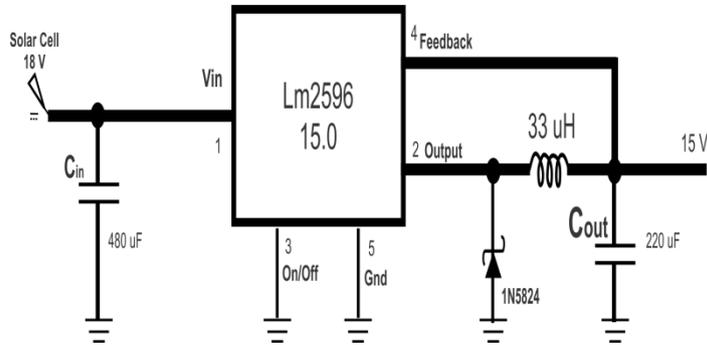
Acuan yang digunakan sebagai batas ambang mengetahui keadaan penuh baterai adalah komponen yang dihubungkan langsung dengan relay 12volt. Relay 12 volt merupakan parameter untuk mengetahui baterai sudah full charging atau sebaliknya. Sehingga apabila baterai aki mengalami full charging dengan sendirinya relay akan memutus arus dan menghidupkan salah satu indikator full charging pada alat charger *auto cut on off* tersebut. Sebagaimana skema sederhana dari rangkaian charger *auto cut on off* ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 8 Rancangan Charger *Auto cut on off*

Dari skema diatas terdapat beberapa komponen yang digunakan yang mana setiap komponen akan dijelaskan pada pembahasan komponen charger *auto cut on off*. Sumber listrik yang berasal dari tenaga matahari menghasilkan tegangan dan arus yang tidak stabil. Sehingga perlu dirancangnya rangkaian elektronika yang dapat digunakan sebagai penstabil tegangan agar baterai dapat diisi secara maksimal oleh solar cell sebagai sumber energi listrik. Oleh karena itu, terdapat integrasi rangkaian charger dengan rangkaian regulator

untuk menghasilkan kestabilan listrik DC yang dihasilkan. Sehingga skema rangkaian yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 9 Rangkaian Regulator

Dari skema tersebut, terdapat IC LM2596 sebagai penstabil tegangan dan beberapa kapasitor serta diode zener untuk mencegah tegangan balik apabila tegangan solar cell lebih tinggi dari solar cell. Oleh karena itu, rangkaian regulator ini dihubungkan langsung dengan charger auto cut on off agar menghasilkan tegangan yang stabil pada proses pengisian aki dan rangkaian charger untuk mendeteksi tegangan baterai ketika proses pengisian tersebut.

#### 2.4.2. Prinsip Kerja Charger Auto cut on off

Charger *auto cut on off* memiliki prinsip kerja yang otomatis apabila telah diketahui parameter utama dari baterai yang akan diisi tersebut sesuai dengan tegangan yang akan bekerja. Charger otomatis pada aki ini bekerja secara terus menerus apabila dihubungkan dari sumber menuju aki. Namun perbedaan yang sebenarnya adalah pada komponen elektronika yang dirangkai sedemikian rupa untuk mencapai titik tegangan tertentu dan kemudian arus akan diputus dari sumber menuju aki apabila telah

tiba pada titik tegangan penuh pada baterai tersebut. Momentum dimana titik tegangan telah tercapai adalah ditentukan oleh Breakdown Voltage Dioda Zener yang diletakan pada rangkaian *auto cut on off* tersebut, sebagaimana sifatnya diode zener dan menggunakan IC serta transistor untuk dapat berfungsi sebagai saklar otomatis tersebut.

### 2.4.3. Komponen-komponen Charger *Auto cut on off*

#### a. Elco (Elektrolit Condensator)

Pada proses pengisian baterai, tegangan AC yang dihasilkan dari sumber masih belum dapat digunakan oleh aki untuk melakukan pengisian, maka diperlukan penyearah tegangan yang dilakukan oleh diode setelah tegangan diturunkan oleh trafo step down. Maka ketika tegangan menjadi searah., dilalui terlebih dahulu oleh kapasitor polar (Elektrolit Condensator). Rangkaian charger *auto cut on off* ini membutuhkan penyangga tegangan dan sebagai penyimpan tegangan DC.



**Gambar 2. 10 Elektrolit Condensator (ELCO)**  
(Sumber : Skemaku.com)

## **b. Switch**

Ketika memulai pengisian pada baterai, SCR dalam keadaan OFF begitu pula dengan relay, oleh karena itu rangkaian charger *auto cut on off* ini membutuhkan Switch Start/Stop untuk memulai dan menghentikan arus serta tegangan masuk pada rangkaian tersebut. sehingga dapat dikendalikan arus dan tegangan masuk sebelum komponen bekerja secara keseluruhan pada rangkaian *auto cut on off* ini

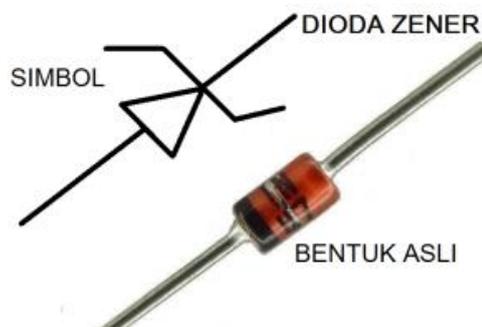


**Gambar 2. 11 Switch Button**  
(Sumber : Teknik elektronika.com)

## **c. Dioda Zener**

Kapasitas yang digunakan sebagaimana kebutuhan yang akan dihubungkan pada baterai yang akan dilakukan pengisian tersebut, yaitu berkisar pada tegangan 13,8 V, maka pada rangkaian charger *auto cut on off*, diode zener yang diletakkan sebesar 13 Volt atau dapat digunakan sebagai sumber tegangan referensi untuk menjadi acuan komponen IC yang digunakan pada pengaturan batas tegangan minimum dan maksimum

Namun dapat juga digunakan sebagai rangkaian breakdown dan dibutuhkan tegangan breakdown sesuai dengan kapasitas tegangan maksimum apabila pada rangkaian ini butuh tegangan sesuai keinginan menjadi 13,8 volt, maka pada komponen diode zener cukup dihubungkan seri agar mendapatkan tegangan sesuai kriteria pada komponen, semisal pada 13,8 volt, maka bisa didapatkan dengan menghubungkan secara seri 2 buah zener. misal ZD 8.2v + 5.6v atau kombinasi yang lainnya.



**Gambar 2. 12 Dioda Zener**  
(Sumber : teknikelektronika.com)

#### d. Resistor

Resistor merupakan salahsatu komponen utama yang memiliki pengaruh pada sensitifitas pada led atau transistor yang digunakan. Oleh karena itu, perlu adanya pengetahuan mengenai tingkat sensitifitas pada basis Transistor yang akan digunakan oleh rangkaian *auto cut on off* ini sehingga pada komponen resistor memiliki nilai yang dipasang sesuai kebutuhan pada rancangan *auto cut on off* tersebut.

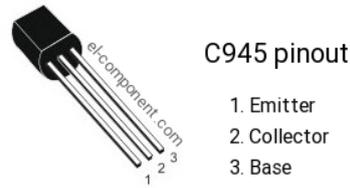
Untuk mengefisienkan nilai yang ada pada rangkaian , maka nilai tahanan berkisar 1K Ohm atau beberapa komponen lainnya sesuai pada *datasheet* yang tertera. Maka tegangan yang dihasilkan oleh resistor dapat sesuai dengan komponen berikutnya di rangkaian charger *auto cut on off*.



**Gambar 2. 13 Resistor**  
(Sumber : [teknikelektronika.com](http://teknikelektronika.com))

#### **e. Transistor C945**

Transistor C945 merupakan salah satu komponen utama yang bekerja sebagai saklar elektronika, yang mana komponen transistor ini memiliki 3 kaki yang memiliki fungsi yang berbeda disetiap kakinya. Kaki pertama yaitu kaki basis berfungsi sebagai input tegangan yang nanti akan menjadi pemicu untuk menjalankan fungsi kedua kaki lainnya yaitu emitor dan kolektor. Kaki basis yang terhubung pada inputan sumber tegangan untuk membuka aliran listrik dari kolektor menuju emitor yang telah mengalami penguatan sebesar 250 kali dari arus kolektor tersebut.



**Gambar 2. 14 Transistor C945**  
(Sumber : el-component.com)

**f. LED**

Komponen ini digunakan sebagai indikator pada rangkaian charger *auto cut on off* untuk mengetahui keadaan pada baterai ketika telah dihubungkan arus dan tegangan dari rangkaian tersebut. Menggunakan 2 led dengan warna yang berbeda sehingga memiliki kegunaan sebagai indikator yang berbeda Led pertama warna hijau digunakan sebagai indikator bahwa aki telah penuh dan komponen Relay aktif sehingga arus dan tegangan diputus dari sumber menuju aki tersebut, sedangkan Led kedua warna merah sebagai indikator proses pengisian untuk mengetahui bahwa rangkaian charger *auto cut on off* telah terhubung dari sumber menuju aki yang sedang diisi. Saat tegangan telah mencapai titik maksimal pada indikatot led berwarna hijau akan berkedip.

**g. Dioda IN400x**

Ketika komponen relay mengindikasikan bahwa aki telah terisi penuh dan relay on sehingga led berwarna merah akan terputus. Apabila pada rangkaian charger *auto cut on off* tidak

dipasangkan dengan dioda maka led berwarna merah akan menyala secara terus menerus. Hal ini dapat diartikan bahwasanya fungsi dioda digunakan untuk mencegah arus balik dari aki ke rangkaian led berwarna merah apabila telah mengalami penuh charging. Namun seperti biasanya dioda memiliki drop sebesar 0.6 Volt, oleh karena itu komponen ini ditambahkan *breakdown zener*.



**Gambar 2. 15 Dioda 1 Ampere**  
(Sumber : digikey.com)

#### **h. Relay 12 volt**

Relay 12 volt merupakan komponen utama yang digunakan dalam rangkaian charger *auto cut on off* ini. Hal ini didasari pada prinsip kerja dari relay menggunakan induksi medan elektromagnetis. Apabila sebuah penghantar dialiri arus listrik, maka disekitar penghantar tersebut menimbulkan medan magnet. Medan magnet tersebut dihasilkan oleh arus listrik yang kemudian diinduksikan ke logam ferromagnetis.

Begitu pula pada komponen relay 12 volt yang digunakan pada charger ini, relay yang berfungsi sebagai saklar juga akan memutuskan arus yang terhubung menuju aki apabila telah diketahui oleh beberapa komponen disekitarnya bahwa aki telah penuh dalam melakukan pengisian. Sehingga pada relay 12 volt tersebut diberikan led sebagai indikator pengisian aki tersebut.

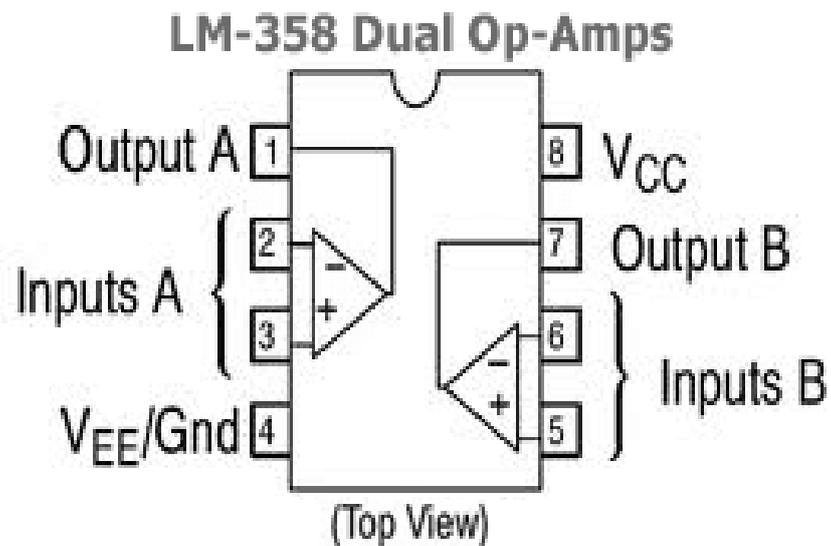


**Gambar 2. 16 Relay 12 Volt**  
(Sumber : alibaba.com)

#### **i. IC LM358**

Perlu adanya penguat operasional yang saling terhubung dengan komponen pembatas tegangan pada rangkaian charger. IC LM358 merupakan salah satu penguat operasional ganda pada komponen IC. IC ini memiliki dua penguat operasional atau high-gain. Sehingga penerapan yang digunakan pada rangkaian charger adalah menggandakan kedua rangkaian yang diintegrasikan pada IC LM358 ini, dengan memiliki 2 input dan 2 output pada 8 kaki IC tersebut, maka setting tegangan dapat diatur pada kedua kaki tersebut. Oleh karena itu, IC LM358 memiliki fleksibilitas penuh untuk menerapkan rancangan pada rangkaian elektronika tertentu. Rentang

tegangan yang diatur menggunakan catu daya adalah 3V hingga 32 V dan  $V_{cc}$  setidaknya 1.5 Volt lebih tinggi dibanding tegangan masukan *mode-beraa* (*input-common mode voltage*). Oleh karena itu, dual OPM ini menjadikan rentang fleksibilitas tegangan pada charger aki lebih lebar.



LM358D	$T_A = 0^\circ \text{ to } +70^\circ\text{C}$	SO-8
LM358N		Plastic DIP

**Gambar 2. 17 IC LM358**  
(Sumber : Vcc2GND.com)