

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh :

**JHON FENDI
NIM : 09. 812. 0009**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2011**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 19/9/23

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

Access From (repository.uma.ac.id)19/9/23

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

TUGAS AKHIR

Oleh :

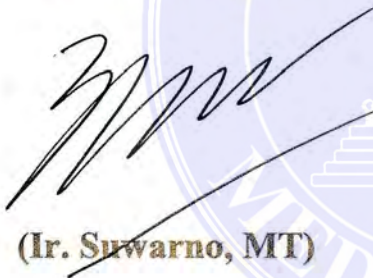
JHON FENDI

NIM : 09 812 0009

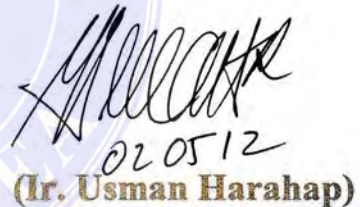
Disetujui :

Pembimbing I,

Pembimbing II,



(Ir. Suwarno, MT)

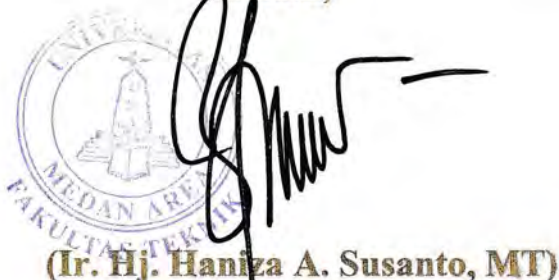


(Ir. Usman Harahap)
020512

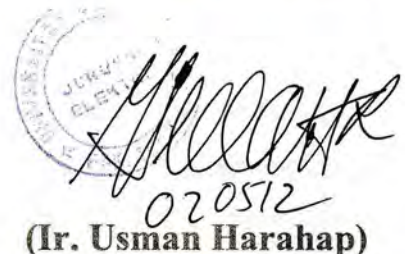
Mengetahui :

Dekan,

Ka. Program Studi,



(Ir. Hj. Haniza A. Susanto, MT)



(Ir. Usman Harahap)
020512

Tanggal lulus : 05 Nopember 2011

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

i

Document Accepted 19/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)19/9/23

RINGKASAN

Sel surya , *solar cell, photovoltaic*, atau fotovoltaik sejak tahun 1970 – an telah mengubah cara pandang kita tentang energy dan member jalan baru bagi manusia untuk memperoleh energy listrik tanpa perlu membakar bahan bakar fosil sebagaimana pada minyak bumi, gas alam atau batu bara, tidak pula dengan menempuh jalan reaksi fisi nuklir. Sel surya mampu beroperasi dengan baik di hamper seluruh belahan bumi yang tersinari matahari, sejak dari Maroko hingga Merauke , dari Moskow hingga Johannesburg, dan dari pegunungan hingga permukaan laut.

Sel surya dapat digunakan tanpa polusi, baik polusi udara maupun suara, dan di segala cuaca. Sel surya juga telah lama dipakai untuk member tenaga bagi semua satelit yang mengorbit bumi nyaris selama 30 tahun. Sel surya tidak memiliki bagian yang bergera, namun mudah dipindahkan sesuai dengan keutuhan. Semua keunggulan sel surya di atas disebabkan oleh karakteristik khas sel surya yang mengubah cahaya matahari menjadi listrik secara langsung.

Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas dua jenis semikonduktor yakni jenis n dan jenis p. dimana pada saat semikonduktor terkena sinar matahari sehingga semikonduktor jenis tipe n kelebihan electron dan semikonduktor jenis tipe p kekurangan electron sehingga terjadi aliran electron sehingga terjadi aliran listrik. Dan menghasilkan listrik setiap hari sesuai dengan kebutuhan.

ABSTRACT

Solar cel, or photovoltaic since the 1970's had had to change our perspective on energy and provide a new way for humans to obtain electrical energy without burning fossil fuels as the petroleum, natural gas or coal, nor with the path of nuclear fission. Solar cell capable of operating well in almost all the illuminated hemisphere of the sun, from Morocco to Merauke , from Moscow to Johannesburg, and from mountain to sea.

Solar cell can be used without the pollution, both air and noise pollution, and in all weather. Solar cells have also been used to provide power for al satellites orbiting the earth for nearly 30 years. Solar cells have no moving part, yet easy. All transferred in accordance with the above advantages of solar cells due to the distinctive characteristics of solar cells that convert sunlight directly into electricity.

The process of changing or converting sunlight into electricity is possible because the materials that make up a semiconductor solar cell. More precisely composed of two types of semiconductors they are the type n and p. wherein at the time semiconductor is exposed to sunlight semiconductor type n less excess of electrons while the electrons so that it flow toward the type p semiconductor, causing a flow of electrons that cause the flow of electricity. Wherein at the time semiconductor is exposed to sunlight semiconductor type n less excess of electrons while the electrons so that electrons flow toward the type p semiconductor, causing a flow of electrons that cause the flow toward the type p, causing a flow of electrons that cause the flow of electricity. Thus generating electrical energy and meet the needs of day.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	ii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB. I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB. II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Solar Cell.....	4
2.1.1 Prinsip Kerja Cell Surya	6
2.1.2 Jenis – Jenis Solar Cell.....	8
2.1.3 Karakteristik Solar Cell.....	9
2.1.4 Proses Konversi Chaya Matahari Menjadi Energi Listrik Pada Solar Cell.....	13
2.2 Solar Charger Controller.....	20
2.2.1 Charge Mode Solar Charge Controller	21

2.2.2	Sensor Temperatur Baterai.....	23
2.2.3	Mode Operation Solar Charge Controller.....	23
2.2.4	Jenis – jenis Solar Charge Controller	25
2.2.5	Spesifikasi Solar Charge Controller	26
2.3	Baterai (Akumulator)	27
2.3.1.	Proses Charge Discharge dengan Arus Konstan	27
2.3.2.	Proses Charge Discharge dengan Daya Konstan.....	29
2.3.3.	Jenis – Jenis Akumulator.....	38
2.4	Inverter.....	39

BAB. III. PERANCANGAN DAN ANALISA SISTEM

3.1	Konfigurasi Sistem.....	43
3.2.	Perancangan Hardware.....	44
3.2.1	Desain Panel Box Solar Cell.....	45
3.2.2	Perancangan Dan Pemasangan Solar Cell.....	47
3.2.3	Perancangan Dan Pemasangan Solar Charge Controller.....	47
3.2.4	Pemasangan Baterai	50
3.2.5	Pemasangan Inverter.....	52
3.2.6	Perancangan Dan Pemasangan Tiang Solar Cell.....	53
3.2.7	Perancangan Dan Pemasangan Saklar, Fuse dan Cok Female	53

3.2.8	Pengawatan Kabel	54
3.3.	Perancangan Flowchart.....	56
BAB. IV PENGUJIAN DAN ANALISA		
4.1.	Metode Pengujian.....	59
4.2.	Pengujian Parsial	59
4.2.1	Pengujian Tegangan Output Solar Cell.....	59
4.2.2	Pengujian Baterai.....	61
4.3.	Pengujian Panel Solar Cell.....	63
4.4.	Faktor yang mempengaruhi kinerja sistem PLTS.....	66
BAB. V. PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	67
5.2.	Saran	67
Daftar Pustaka		xiii
Lampiran I		
Lampiran II		
Lampiran III		
Lampiran IV		

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang Masalah

Energi merupakan sumber permasalahan yang penting di Indonesia . Banyak upaya telah dilakukan pemerintah dan peneliti untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu dengan mencari sumber energi alternatif baru yang tidak terbatas dan dapat diperbaharui. Di Indonesia sumber energi utamanya masih tergantung pada bahan bakar fosil (minyak bumi) dan batu bara yang sifatnya tidak dapat diperbaharui dan suatu saat akan habis jika terus – menerus dieksplorasi atau digali. Jika pasokan minyak bumi habis, padahal sumber energi utama Indonesia adalah minyak bumi, maka akan terjadi krisis energi. Hal ini akan berpengaruh buruk pada sumber pendapatan negara, sektor transportasi, industri, dan sebagainya.

Terobosan baru sumber energi abadi yang terdapat di alam ini adalah matahari yang dapat menjadi sumber energi alternatif untuk mengatasi krisis energi yang terjadi saat ini. Krisis energi ini tidak hanya terjadi di kota – kota besar. Namun juga terjadi di seluruh pelosok dunia. Untuk mengatasi krisis energi dan memperlambat habisnya minyak bumi maka dikembangkanlah pembangkit listrik tenaga Surya. Dimana sumber bahan bakarnya terdapat di alam dan tidak akan pernah habis dan berlimpah. Karena Indonesia terletak di daerah khatulistiwa dan mengalami dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan . Pemanfaatan energi matahari akan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil sehingga bahan bakar fosil tidak cepat habis dari muka bumi ini.

Berdasarkan masalah tersebut diatas muncul suatu pemikiran penulis untuk membuat suatu alat sebagai pembangkit bangkit energi listrik tenaga surya sebagai tugas akhir yang berjudul “ PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)“. Dimana alat ini akan berfungsi memberi tegangan pada lampu lalu lintas tanpa menggunakan listrik dari PLN tetapi memperoleh listrik dari panel solar sell yang dipasang pada tiang lampu lalu lintas yang berada di tengah jalan. Dengan demikian PLN dapat menghemat bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik tenaga diesel dan anggaran subsidi pemerintah untuk kebijakan energi khususnya energi listrik.

1.2. Tujuan dan Maanfaat.

Adapun tujuan dalam pembuatan proyek ini antara lain adalah :

1. Merancang dan merealisasikan pembuatan panel sel surya pada lampu lalu lintas sebagai sumber energi listrik menggantikan energi listrik dari PLN.
2. Untuk mengetahui prinsip kerja dari panel solar cell sebagai penghasil energi listrik.
3. Sebagai penerapan ilmu yang diperoleh selama kuliah di Universitas Medan Area.

1.3. Batasan Masalah

Sehubungan dengan keterbatasan waktu dan pengetahuan penulis serta untuk mendapatkan pembahasan semaksimal mungkin maka pembuatan proyek tugas akhir ini, perlu membatasi permasalahan yang akan dibahas.

Adapun masalah yang akan dibahas meliputi penjelasan tiap blok diagram sistem , menguraikan secara umum fungsi dari tiap – tiap komponen utama dari alat solar sel, tidak menggunakan alat ukur intensitas cahaya dan temperatur lingkungan serta mengganti lampu lalu lintas dengan LED sebagai indikator penerima tegangan DC dari Solar Cell dan lampu TL sebagai indikator penerima tegangan AC dari Baterai. Selanjutnya akan dibahas mengenai proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik.

1.4. Metodologi

Dalam merencanakan dan pembuatan pembangkit listrik tenaga surya diawali dengan mencari data.

Pengumpulan data yang dilakukan penulis untuk penulisan tugas akhir ini menggunakan dua teknik yaitu :

1. Secara teoritis, yaitu dari paper – paper maupun informasi yang menunjang yang berhubungan dengan topik yang dibahas yang berasal dari internet.
2. Secara praktis, yaitu dengan membuat alat pembangkit listrik tenaga surya.
3. Melakukan pengamatan pada alat yang telah dibuat dan mengukur berapa tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar cell.

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Skripsi Tugas Akhir ini akan dibagi dalam beberapa bab yang masing – masing akan membahas topik – topik khusus. Adapun sistematika penulisan skripsi antara lain :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang pemilihan judul, tujuan, batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan laporan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah yang ada.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas tentang teori dasar yang perlu diketahui untuk mempermudah dalam memahami kerja rangkaian.

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Bab ini berisi tentang perancangan dan realisasi pembuatan alat pembangkit listrik tenaga surya.

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA

Bab ini akan membahas mengenai pembuatan dan analisa dari masing – masing blok sistem serta cara kerja rangkaian keseluruhan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan secara keseluruhan dari laporan proyek ini yang disertai saran dari penulis.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Solar Cell

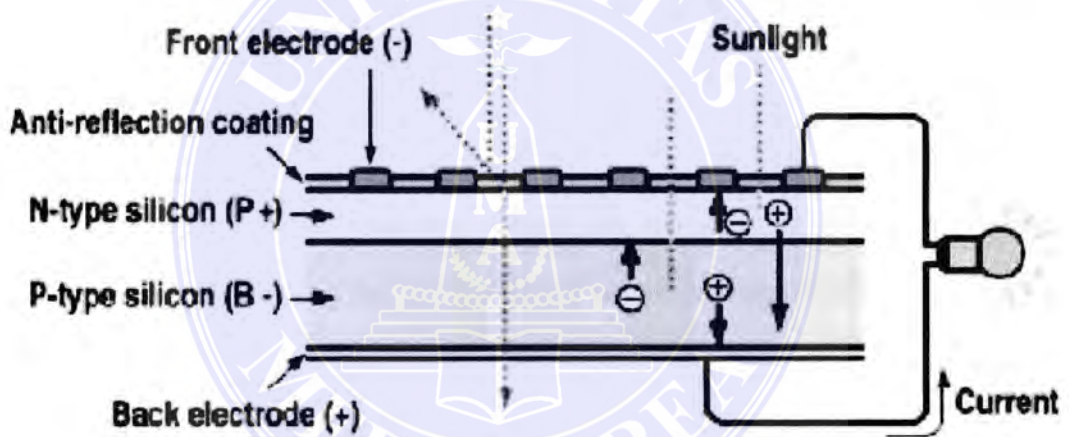
Suatu sumber energi listrik yang memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi diubah menjadi listrik. Pada kenyataannya solar cell juga sebagai sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi dan berlimpahnya sumber energi matahari yang berasal dari alam, terlebih di negeri tropis semacam Indonesia yang menerima sinar matahari sepanjang tahun.



Gambar 2.1. *Solar cell*

2.1.1 Prinsip Kerja Cell Surya

Solar cell, sama dengan sebuah dioda, terdiri dari dua lapisan yang dinamakan PN junction. PN junction itu diperoleh dengan jalan menagnodai sebatang bahan semikonduktor silikon murni (valensinya 4) dengan impuriti yang bervaleksi 3 pada bagian sebelah kiri, dan yang di sebelah kanan di anodai dengan impuriti bervaleksi 5.



Gambar 2.2 Struktur Sel Surya Silion pn – junction

Sehingga pada bagian kiri terbentuk silikon yang tidak murni lagi dan dinamakan silikon jenis P, sedangkan yang sebelah kanan dinamakan silikon jenis N. Di dalam silikon murni terdapat dua macam pembawa muatan listrik yang seimbang. Pembawa muatan listrik yang positif dinamakan hole, sedangkan yang negatif dinamakan elektron. Setelah dilakukan proses penodaan itu, di dalam silikon jenis P

terbentuk hole (pembawa muatan listrik positif) dalam jumlah yang sangat besar dibandingkan dengan elektronnya. Oleh karena itu di dalam silikon jenis P hole merupakan pembawa muatan mayoritas, sedangkan elektron merupakan pembawa muatan minoritas. Sebaliknya, di dalam silikon jenis N terbentuk elektron dalam jumlah yang sangat besar sehingga disebut pembawa muatan mayoritas, dan hole disebut pembawa muatan minoritas.

Di dalam batang silikon itu terjadi pertemuan antara bagian P dan bagian N. Oleh karena itu dinamakan PN junction. Bila sekarang, bagian P dihubungkan dengan kutub positif dari sebuah baterai, sedangkan kutub negatifnya dihubungkan dengan bagian N, maka terjadi hubungan yang dinamakan "forward bias". Dalam keadaan forward bias, di dalam rangkaian itu timbul arus listrik yang disebabkan oleh kedua macam pembawa muatan. Jadi arus listrik yang mengalir di dalam PN junction disebabkan , elektron yang bergerak di dalam bahan konduktor dapat menimbulkan energi listrik. Dan energi listrik inilah yang disebut sebagai arus listrik yang mengalir berlawanan arah dengan gerakan elektron.

Tapi, bila bagian P dihubungkan dengan kutub negatif dari batere dan bagian N dihubungkan dengan kutub positifnya, maka sekarang terbentuk hubungan yang dinamakan "reverse bias". Dengan keadaan seperti ini, maka hole (pembawa muatan positif) dapat tersambung langsung ke kutub positif, sedangkan elektron juga langsung ke kutub positif. Jadi, jelas di dalam PN junction tidak ada gerakan pembawa muatan mayoritas baik yang hole maupun yang elektron. Sedangkan pembawa muatan minoritas (elektron) di dalam bagian P bergerak berusaha untuk

mencapai kutub positif batere. Demikian pula pembawa muatan minoritas (hole) di dalam bagian N juga bergerak berusaha mencapai kutub negatif. Karena itu, dalam keadaan reverse bias, di dalam PN junction ada juga arus yang timbul meskipun dalam jumlah yang sangat kecil (mikro ampere). Arus ini sering disebut dengan reverse saturation current atau leakage current (arus bocor).

2.1.2 Jenis – Jenis Solar Cell

Perkembangan pembuatan solar cell atau sel surya mengalami kemajuan dari berbagai jaman dan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembuatan cell-cell tersebut. Bahan-bahan yang dipakai antara lain sebagai berikut :

a. Mono-crystalline (Si)

Dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk bujur. Sekarang mono-crystalline dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%.

b. Poly-crystalline/Multi-crystalline (Si)

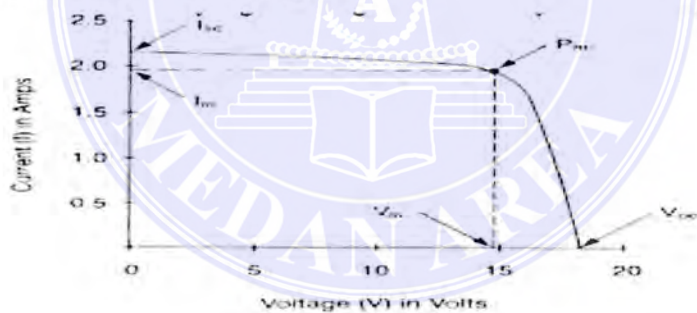
Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul diatas lapisan silikon. Sel ini kurang efektif dibanding dengan sel polycrystalline(efektivitas 18%), tetapi biaya lebih murah.

c. Gallium Arsenide (GaAs)

Sel surya III-V semikonduktor yang sangat efisien sekitar 25%.

2.1.3 Karakteristik Solar Cell

Karakteristik kerja dari solar cell ketika sinar matahari jatuh pada diode silikon (*silikon cell*) yang menghasilkan photon, secara konstan yang akan menghasilkan energi berkisar ± 0.5 volt — max. 600 mV pada 2 ampere, dengan kekuatan radiasi solar matahari $1000 \text{ W/m}^2 = 1 \text{ sun}$ akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm^2 per sel surya. Pada grafik I-V curve gambar 2.2 yang menggambarkan keadaan sebuah sel surya beroperasi secara normal. Sel surya akan menghasilkan energi maximum jika nilai V_m dan I_m juga maximum. Sedangkan I_{sc} adalah arus listrik maximum pada nilai volt = nol; I_{sc} berbanding langsung dengan tersedianya sinar matahari. V_{oc} adalah volt maximum pada nilai arus nol; V_{oc} naik secara logaritma dengan peningkatan sinar matahari, karakter ini yang memungkinkan sel surya untuk mengisi accu



Gambar 2.3 Grafik I-V
Sumber : Wulandari, 2010

Keterangan Gambar 2.3 :

I_{sc} = Arus hubung singkat.

V_{sc} = Tegangan tanpa beban.

V_m = Tegangan maksimum.

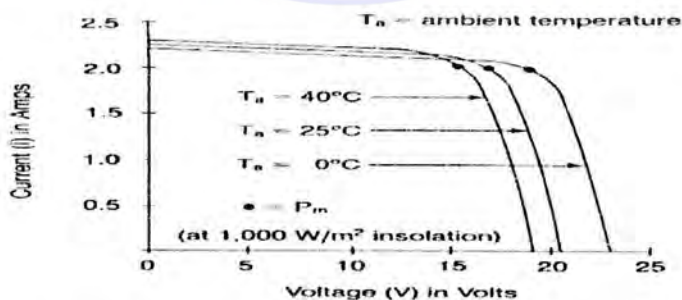
I_m = Arus maksimum.

P_m = Daya maksimum.

Faktor pengoperasian maximum solar cell sangat tergantung pada :

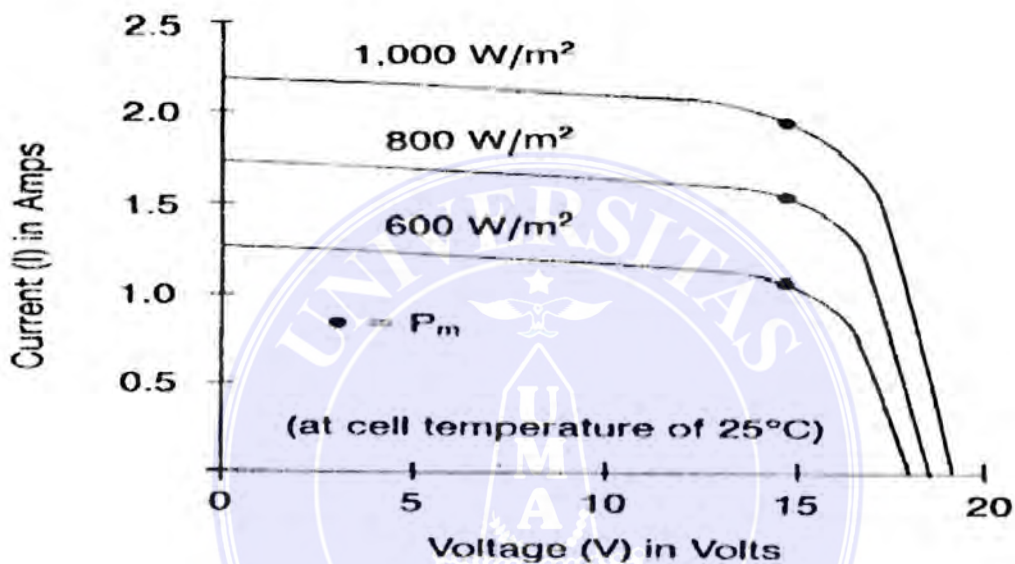
- Ambient air temperature
- Radiasi solar matahari (insolation)
- Kecepatan angin bertiup
- Keadaan atmosfer bumi
- Orientasi panel atau array PV
- Posisi letak sel surya (array) terhadap matahari (tilt angle)

Sebuah Sel surya dapat beroperasi secara maximum jika temperatur sel tetap normal (pada 25 derajat celsius), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada PV sel akan melemahkan voltage (Voc). Setiap kenaikan temperatur sel surya 1 derajat celsius (dari 25 derajat) akan berkurang sekitar 0.4 % pada total tenaga yang dihasilkan 8 atau akan melemah 2x lipat untuk kenaikan temperatur sel per 10 derajat C. Gambar 2.4 merupakan grafik pengaruh temperatur pada solar cell dalam oC.



Gambar 2.4. Grafik arus terhadap temperature
Sumber : Wulandari, 2010

Radiasi solar matahari di bumi dan berbagai lokasi bervariasi, dan sangat tergantung keadaan spektrum solar ke bumi. Insolation solar matahari akan banyak berpengaruh pada current (I) sedikit pada volt. Gambar 2.5 merupakan grafik pengaruh temperatur pada solar cell dalam W/m^2 .



Gambar 2.5. Grafik arus terhadap tegangan
Sumber : Wulandari, 2010

Kecepatan tiup angin disekitar lokasi PV array dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca PV array. Keadaan atmosfer bumi—berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara (Rh), kabut dan polusi sangat menentukan hasil maximum arus listrik dari deretan PV.

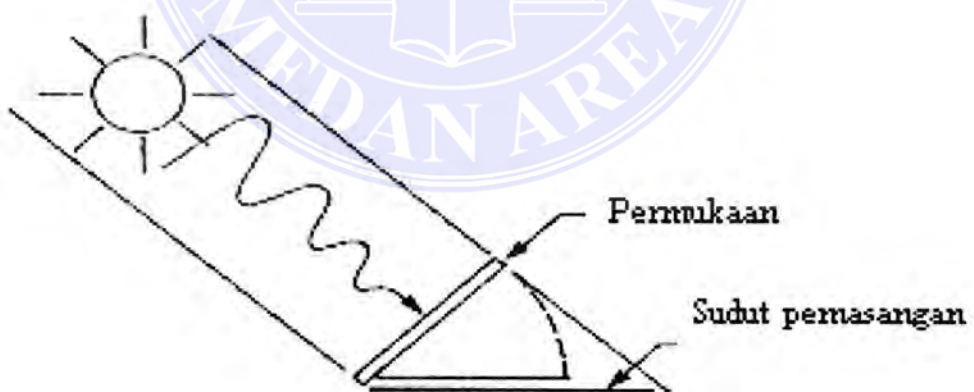
Orientasi dari rangkaian PV (array) ke arah matahari secara optimum adalah penting agar panel/deretan PV dapat menghasilkan energi maximum. Selain arah orientasi, sudut orientasi (tilt angle) dari panel/deretan PV juga sangat mempengaruhi

hasil energi maximum (lihat penjelasan tilt angle). Sebagai guideline: untuk lokasi yang terletak di belahan utara latitude, maka panel/deretan PV sebaiknya diorientasikan ke Selatan, orientasi ke timur—barat walaupun juga dapat menghasilkan sejumlah energi dari panel-panel/deretan PV, tetapi tidak akan mendapatkan energi matahari optimum.

Pada gambar 2.6 tilt angle (sudut orientasi matahari) mempertahankan sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan panel PV secara tegak lurus akan mendapatkan energi maximum $\pm 1000 \text{ W/m}^2$ atau 1 kW/m^2 .

3ibid, hal. 132 25

Kalau tidak dapat mempertahankan ketegak lurus antara sinar matahari dengan bidang PV, maka extra luasan bidang panel PV dibutuhkan (bidang panel PV terhadap sun altitude yang berubah setiap jam dalam sehari).

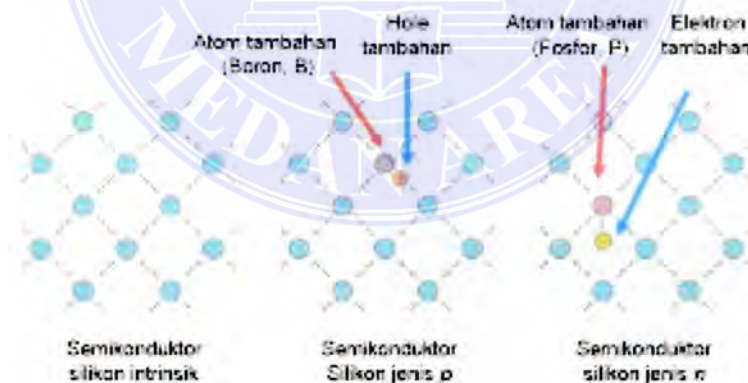


Gambar 2.6. Ekstra luasan panel PV dalam posisi datar
Sumber : Wulandari, 2010

2.1.4. Proses Konversi Cahaya Matahari Menjadi Energi Listrik Pada Solar Cell

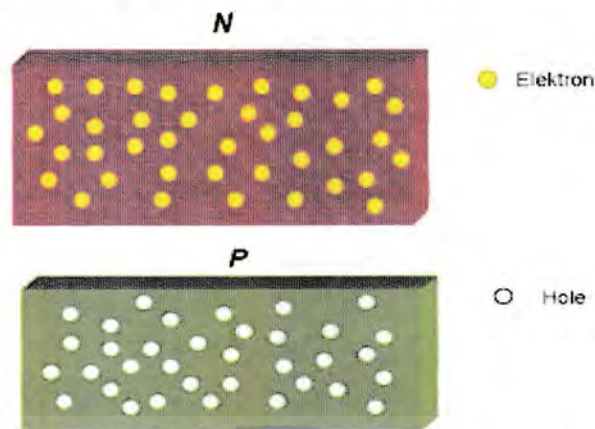
Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas *dua* jenis semikonduktor; yakni jenis *n* dan jenis *p*.

Semikonduktor jenis *n* merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif, (*n* = negatif). Sedangkan semikonduktor jenis *p* memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan *p* (*p* = positif) karena kelebihan muatan positif. Caranya, dengan menambahkan unsur lain ke dalam semikonduktor, maka kita dapat mengontrol jenis semikonduktor tersebut, sebagaimana diilustrasikan pada gambar 2.7 di bawah ini.



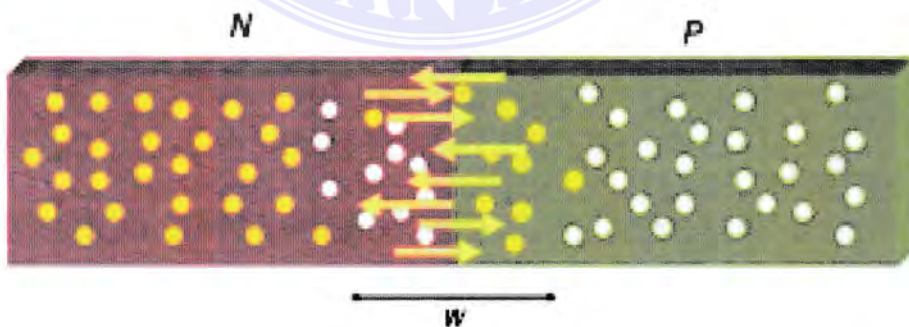
Gambar 2.7 proses konversi energi cahaya menjadi energi listrik
Sumber :[www.google.com/proses konversi solar cell 2011](http://www.google.com/proses%20konversi%20solar%20cell%202011)

1. Semikonduktor jenis p dan n sebelum disambung.



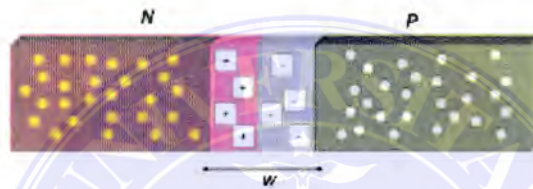
Gambar 2.8. Semikonduktor jenis P dan N sebelum disambung
 Sumber :[www.google.com/proses konversi solar cell 2011](http://www.google.com/proses%20konversi%20solar%20cell%202011)

2. Sesaat setelah dua jenis semikonduktor ini disambung, terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor n menuju semikonduktor p , dan perpindahan hole dari semikonduktor p menuju semikonduktor n . Perpindahan elektron maupun hole ini hanya sampai pada jarak tertentu dari batas sambungan awal



Gambar 2.9. Semionduktor jenis P dan N setelah disambung
 Sumber :[www.google.com/proses konversi solar cell 2011](http://www.google.com/proses%20konversi%20solar%20cell%202011)

3. Elektron dari semikonduktor n bersatu dengan hole pada semikonduktor p yang mengakibatkan jumlah hole pada semikonduktor p akan berkurang.
4. Daerah ini akhirnya berubah menjadi lebih bermuatan positif. Pada saat yang sama, hole dari semikonduktor p bersatu dengan elektron yang ada pada semikonduktor n yang mengakibatkan jumlah elektron di daerah ini berkurang. Daerah ini akhirnya lebih bermuatan positif.



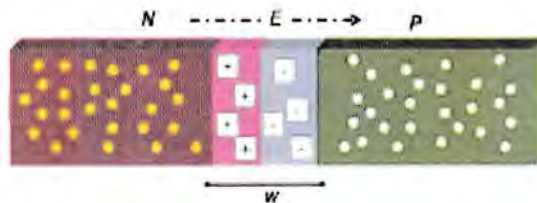
Gambar 2.10 Elektron dari semikonduktor N bersatu dengan hole pada semikonduktor P

Sumber : [www.google.com/proses konversi solar cell 2011](http://www.google.com/proses_konversi_solar_cell_2011)

Daerah negatif dan positif ini disebut dengan daerah deplesi (*depletion region*) ditandai dengan huruf W.

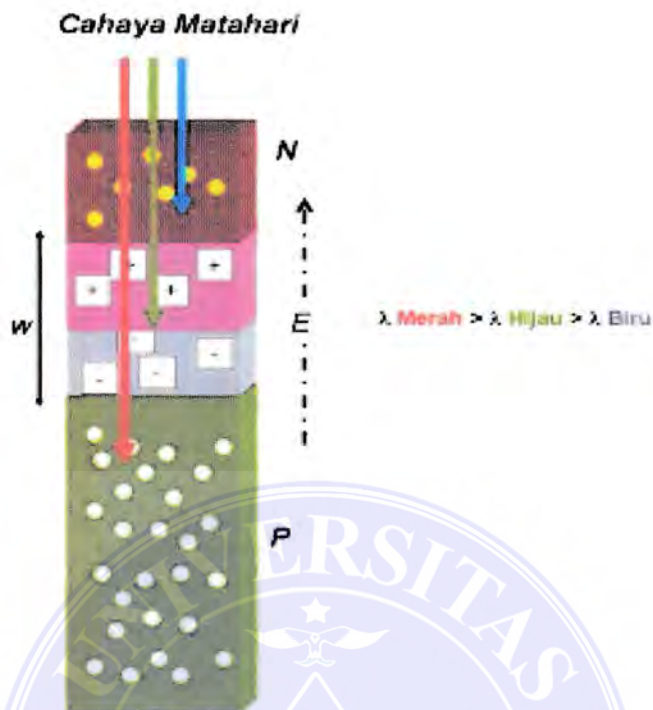
5. Baik elektron maupun hole yang ada pada daerah deplesi disebut dengan pembawa muatan minoritas (*minority charge carriers*) karena keberadaannya di jenis semikonduktor yang berbeda.
6. Dikarenakan adanya perbedaan muatan positif dan negatif di daerah deplesi, maka timbul dengan sendirinya medan listrik internal E dari sisi positif ke sisi negatif, yang mencoba menarik kembali hole ke semikonduktor p dan elektron ke semikonduktor n . Medan listrik ini cenderung berlawanan dengan

perpindahan hole maupun elektron pada awal terjadinya daerah deplesi (nomor 1 di atas).



Gambar 2.11. Perbedaan muatan positif dan negatif di daerah deplesi
Sumber :[www.google.com/proses konversi solar cell 2011](http://www.google.com/proses_konversi_solar_cell_2011)

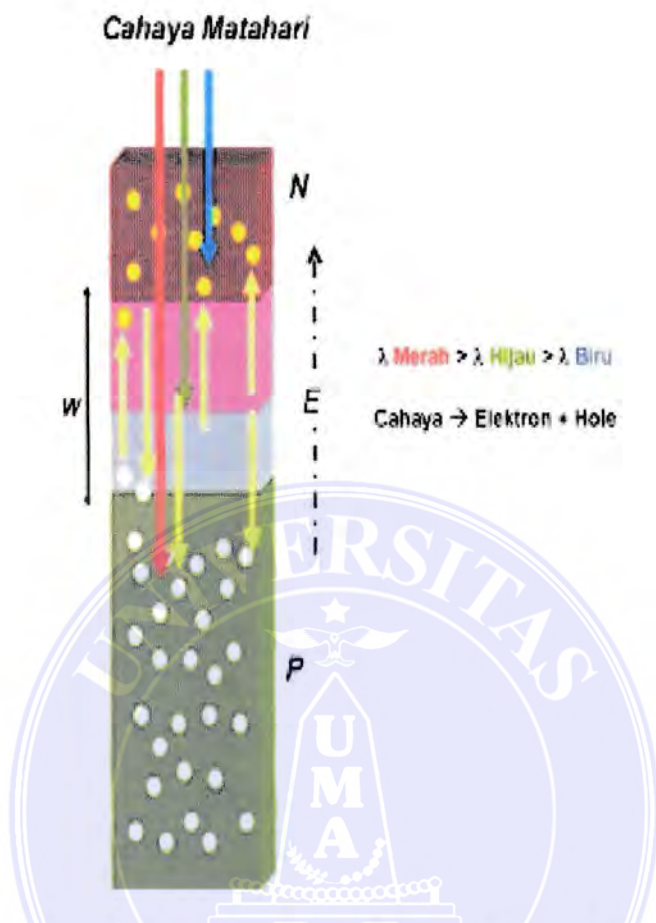
7. Adanya medan listrik mengakibatkan sambungan pn berada pada *titik setimbang*, yakni saat di mana jumlah hole yang berpindah dari semikonduktor p ke n dikompensasi dengan jumlah hole yang tertarik kembali kearah semikonduktor p akibat medan listrik E . Begitu pula dengan jumlah elektron yang berpindah dari smikonduktor n ke p , dikompensasi dengan mengalirnya kembali elektron ke semikonduktor n akibat tarikan medan listrik E . Dengan kata lain, medan listrik E mencegah seluruh elektron dan hole berpindah dari semikonduktor yang satu ke semiikonduktor yang lain.
8. Pada sambungan $p-n$ inilah proses konversi cahaya matahari menjadi listrik terjadi. Untuk keperluan sel surya, semikonduktor n berada pada lapisan atas sambungan p yang menghadap kearah datangnya cahaya matahari, dan dibuat jauh lebih tipis dari semikonduktor p , sehingga cahaya matahari yang jatuh ke permukaan sel surya dapat terus terserap dan masuk ke daerah deplesi dan semikonduktor p .



Gambar 2.12. Proses konversi cahaya matahari menjadi listrik

Sumber :[www.google.com/proses konversi solar cell 2011](http://www.google.com/proses%20konversi%20solar%20cell%202011)

Ketika sambungan semikonduktor ini terkena cahaya matahari, maka elektron mendapat energi dari cahaya matahari untuk melepaskan dirinya dari semikonduktor *n*, daerah deplesi maupun semikonduktor. Terlepasnya elektron ini meninggalkan hole pada daerah yang ditinggalkan oleh elektron yang disebut dengan fotogenerasi elektron-hole (*electron-hole photogeneration*) yakni, terbentuknya pasangan elektron dan hole akibat cahaya matahari.



Gambar 2.13. Fotogenerasi pada sambungan PN
 Sumber :[www.google.com/proses konversi solar cell 2011](http://www.google.com/proses_konversi_solar_cell_2011)

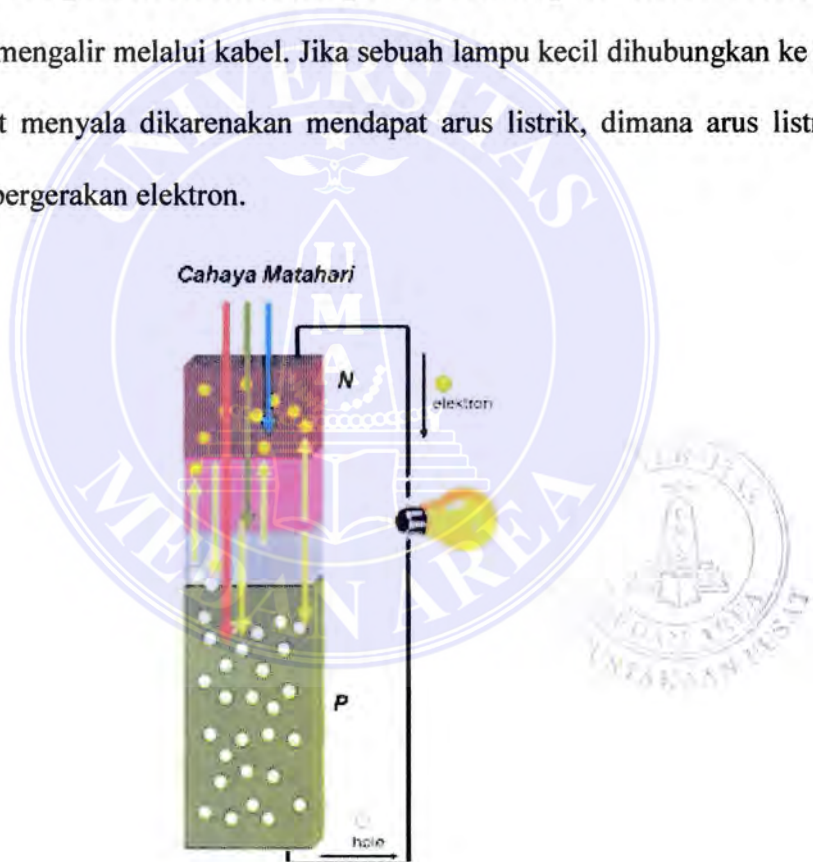
Cahaya matahari dengan panjang gelombang (dilambangkan dengan simbol “lambda” sebagaimana di gambar atas) yang berbeda, membuat fotogenerasi pada sambungan *pn* berada pada bagian sambungan *pn* yang berbeda pula.

Spektrum merah dari cahaya matahari yang memiliki panjang gelombang lebih panjang, mampu menembus daerah deplesi hingga terserap di semikonduktor *p* yang akhirnya menghasilkan proses fotogenerasi di sana. Spektrum biru dengan

panjang gelombang yang jauh lebih pendek hanya terserap di daerah semikonduktor n .

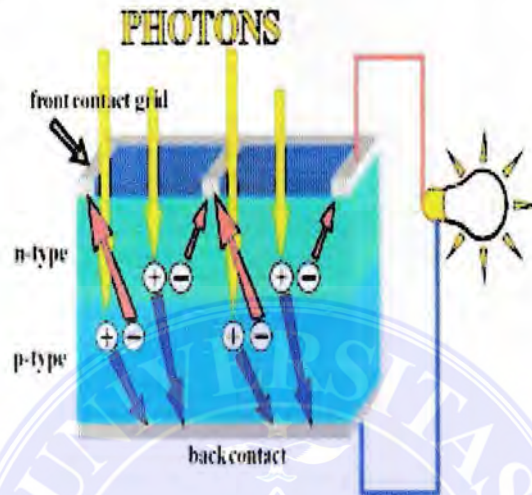
Selanjutnya, dikarenakan pada sambungan pn terdapat medan listrik E , elektron hasil fotogenerasi tertarik ke arah semikonduktor n , begitu pula dengan hole yang tertarik ke arah semikonduktor p .

Apabila rangkaian kabel dihubungkan ke dua bagian semikonduktor, maka elektron akan mengalir melalui kabel. Jika sebuah lampu kecil dihubungkan ke kabel, lampu tersebut menyala dikarenakan mendapat arus listrik, dimana arus listrik ini timbul akibat pergerakan elektron.



Gambar 2.14. Lampu kecil dihubungkan ke kabel
Sumber :[www.google.com/proses konversi solar cell 2011](http://www.google.com/proses_konversi_solar_cell_2011)

Pada umumnya, untuk memperkenalkan cara kerja sel surya secara umum, ilustrasi di bawah ini menjelaskan segalanya tentang proses konversi cahaya matahari menjadi energi listrik.



Gambar 2.15. Proses konversi cahaya matahari menjadi energi listrik
Sumber :[www.google.com/proses konversi solar cell](http://www.google.com/proses%20konversi%20solar%20cell) 2011

2.2. Solar Charger Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan tegangan dari panel surya. Kelebihan tegangan saat pengisian akan mengurangi umur baterai. Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya umumnya memiliki tegangan output 16 – 21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di charge pada tegangan 14 – 14,7 Volt.



Gambar 2.16 Fisik Solar Charge Controller

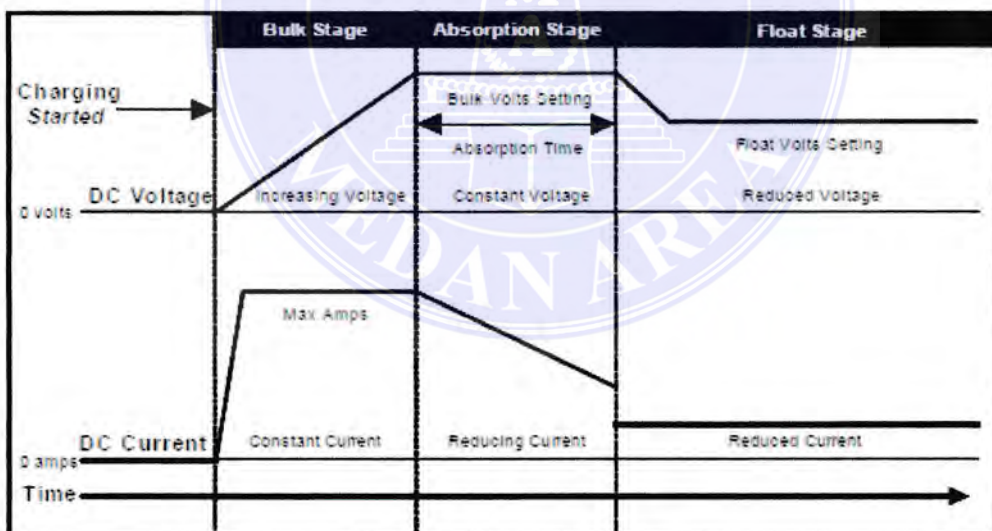
Solar charger controller adalah komponen penting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Dimana solar charger controller berfungsi untuk :

- **Charging mode:** Mengisi baterai (kapan baterai diisi, menjaga pengisian kalau baterai penuh).
- **Operation mode:** Penggunaan baterai ke beban (pelayanan baterai ke beban diputus kalau baterai sudah mulai 'kosong').

2.2.1. Charging Mode Solar Charge Controller

Dalam charging mode, umumnya baterai diisi dengan metoda three stage charging:

- **Fase bulk:** baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (bulk - antara 14.4 - 14.6 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel solar cell. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (bulk) dimulailah fase absorption.
- **Fase absorption:** pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai solar charger controller timer (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.
- **Fase float:** baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13.4 - 13.7 Volt). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel solar cell pada stage ini.



Gambar 2.17 Garafik Pengisian Baterai

Sumber : www.google.com/ Proses Pengisian Baterai 2011

2.2.2 Sensor Temperatur Baterai

Untuk solar charge controller yang dilengkapi dengan sensor temperature baterai. Tegangan charging disesuaikan dengan temperatur dari baterai. Dengan sensor ini didapatkan optimum dari charging dan juga optimum dari usia baterai.

Apabila solar charge controller tidak memiliki sensor temperature baterai, maka tegangan charging perlu diatur, disesuaikan dengan temperatur lingkungan dan jenis baterai.

2.2.3 Mode Operation Solar Charge Controller

Pada mode ini, baterai akan melayani beban. Apabila ada over-discharge atau over-load, maka baterai akan dilepaskan dari beban. Hal ini berguna untuk mencegah kerusakan dari baterai.

Solar charge controller merupakan alat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

Pada solar charge controller ini menerapkan teknologi Pulse with modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Pada umumnya panel surya 12 volt memiliki tegangan output 16 – 21 volt,

jadi tanpa solar charger controller, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14 – 14,7 volt.

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage.
- Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak 'full discharge', dan overloading.
- Monitoring temperatur baterai

Seperti yang telah disebutkan di atas solar charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan batere. Solar charge controller akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali.

Solar Charge Controller biasanya terdiri dari : 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output panel surya / solar cell, 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai / aki dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban (load). Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke

panel sel surya karena biasanya ada 'diode protection' yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya / solar cell ke baterai, bukan sebaliknya.

Charge Controller bahkan ada yang mempunyai lebih dari 1 sumber daya, yaitu bukan hanya berasal dari matahari, tapi juga bisa berasal dari tenaga angin ataupun mikro hidro. Di pasaran sudah banyak ditemui charge controller 'tandem' yaitu mempunyai 2 input yang berasal dari matahari dan angin. Untuk ini energi yang dihasilkan menjadi berlipat ganda karena angin bisa bertiup kapan saja, sehingga keterbatasan waktu yang tidak bisa disuplai energi matahari secara full, dapat disupport oleh tenaga angin. Bila kecepatan rata-rata angin terpenuhi maka daya listrik per bulannya bisa jauh lebih besar dari energi matahari.

2.2.4 Jenis - Jenis Solar Charge Controller

Ada dua jenis teknologi yang umum digunakan oleh solar charge controller:

* PWM (Pulse Wide Modulation), seperti namanya menggunakan 'lebar' pulse dari on dan off elektrik, sehingga menciptakan seakan-akan sine wave electrical form.

* MPPT (Maximum Power Point Tracker), yang lebih efisien konversi DC to DC (Direct Current). MPPT dapat mengambil maximum daya dari PV. MPPT charge controller dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban ke dalam baterai, dan apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh PV, maka daya dapat diambil dari baterai.

2.2.5 Spesifikasi Solar Charge Controller

Untuk memilih *solar charge controller* yang harus diperhatikan adalah

- a).Tegangan 12/24 Volt DC,
- b).Kemampuan menghantarkan arus (dalam arus searah) dari *solar charge controller*. Misalnya 5 Ampere, 10 Ampere,
- c).*Full charge* (pengisian baterai sampai baterai benar-benar penuh) dan *low voltage cut* (penghentian pensuplaian listrik ke beban karena baterai berada pada tegangan terendah).

Seperti yang telah disebutkan diatas *solar charge controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan turun maka baterai akan diisi kembali.

Solar Charge Controller biasanya terdiri dari : 1 *input* (2 terminal) yang terhubung dengan *output* panel sel surya, 1 *output* (2 terminal) yang terhubung dengan baterai/aki dan 1 *output* (2 terminal yang terhubung dengan beban). Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada '*diode protection*' yang hanya dilewati arus listrik DC dari panel sel surya ke baterai, bukan sebaliknya.

2.3. Baterai (Akumulator)

Battery (accumulator) merupakan salah satu komponen yang sangat penting untuk memberikan supply tenaga terutama pada kendaraan bermotor, akan tetapi dalam tugas proyek akhir ini yang berjudul Sistem Penggerak Pintu Air Dengan Memanfaatkan

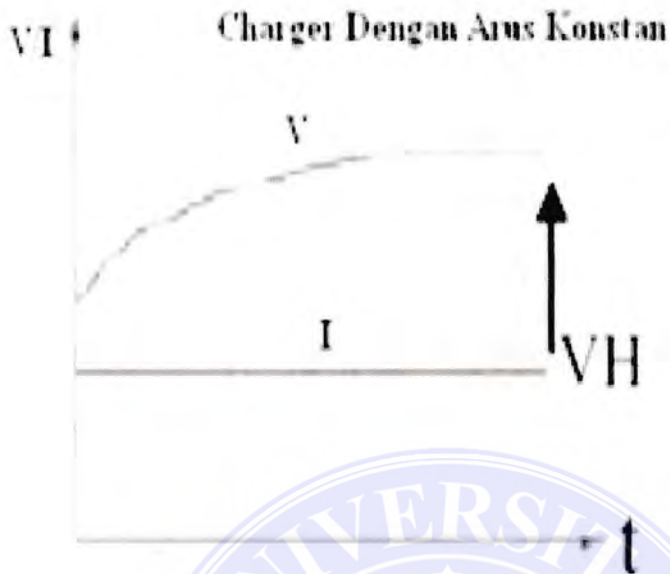
Energi Alternatif Matahari, accumulator digunakan untuk menyimpan energi listrik yang berasal dari solar cell karena cahaya matahari yang berubah-ubah sehingga tegangan keluaran dari solar cell juga berubah-ubah.

Penelitian atau percobaan tentang charge discharge telah menghasilkan banyak sekali metode yaitu antara lain:

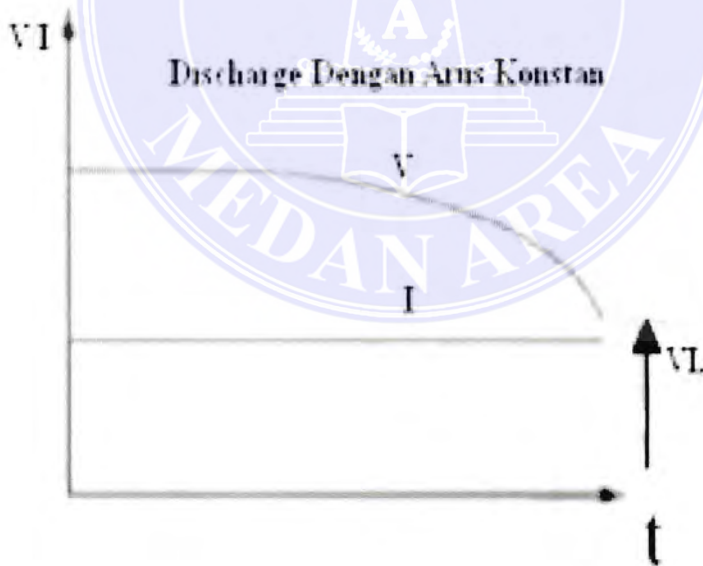
2.3.1. Proses Charge Discharge dengan Arus Konstan.

Proses Charge dan Proses Discharge dengan arus konstan yang ditunjukkan pada Gambar 2.18 dan Gambar 2.19 dapat diambil kesimpulan bahwa, proses charge discharge akan berakhir.

Ketika waktu yang telah diset terlampaui atau apabila kapasitas battery (accumulator) yang ditentukan telah terpenuhi.



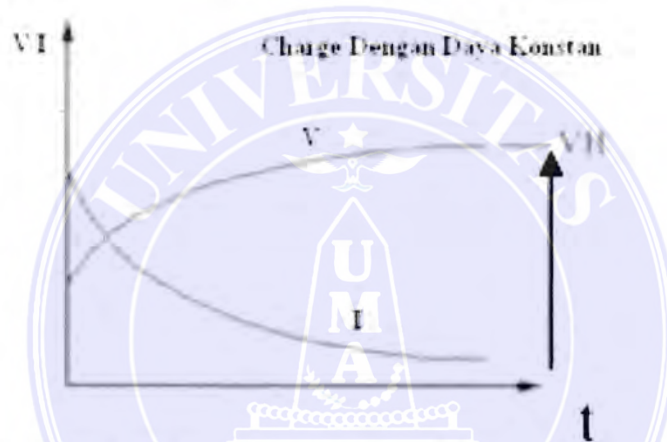
Gambar 2.18 Proses charge dengan arus konstan



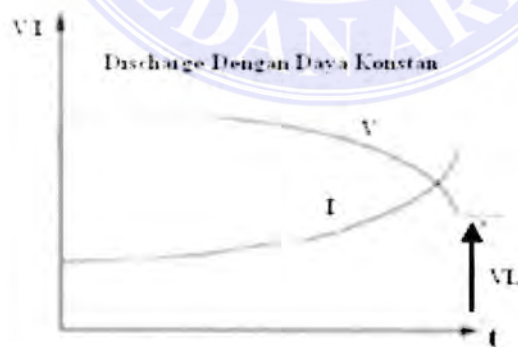
Gambar 2.19. Proses discharge dengan arus konstan

2.3.2. Proses Charge Discharge dengan Daya Konstan.

Proses Charge dengan daya konstan yang ditunjukkan pada Gambar 2.20 dilakukan ketika tegangan naik dan arus turun, proses ini berakhir ketika set time terpenuhi atau tegangan pada battery terpenuhi. Sedangkan Proses Discharge dengan daya konstan yang ditunjukkan pada Gambar 2.21 dilakukan ketika tegangan battery turun dan arus naik dan discharge berakhir saat set time terlampaui atau tegangan beban terpenuhi.

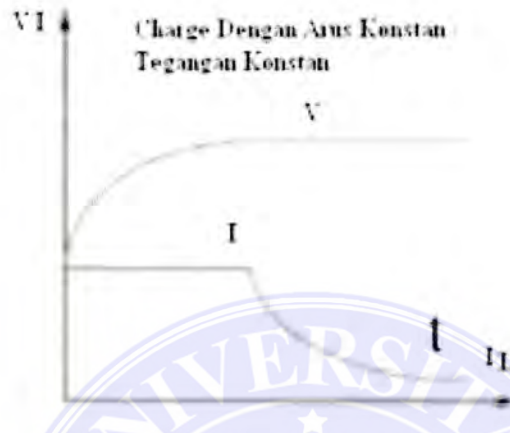


Gambar 2.20 Proses charger dengan daya konstan



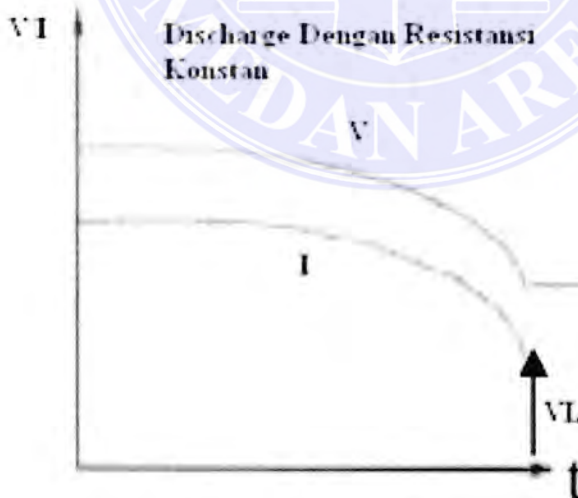
Gambar 2.21 Proses discharge dengan daya konstan

2.3.3. Gambar 2.22 menunjukkan Proses Charge dengan arus konstan ketika tegangan terminal lebih rendah dari pada tegangan charge.



Gambar 2.22 Proses charge dengan arus konstan atau tegangan konstan

2.3.4. Gambar 2.23 menunjukkan Proses Discharge dengan resistansi konstan ketika tegangan battery turun dan arus juga turun.



Gambar 2.23 Proses discharge dengan resistansi konstan

Pada aki biasanya tertera angka yang menunjukkan kemampuannya, disini akan kita gunakan Ah misalnya 50Ah. Hal ini berarti aki tersebut akan benar – benar habis dalam 30 jam jika digunakan pada beban 1 Ampere. Untuk mendapatkan umur yang panjang aki tidak boleh digunakan pada beban yang melebihi nilai Ah-nya di bagi 10. Biasanya beban yang digunakan berada pada kisaran Ah/3 atau 4 atau 6. Misalnya aki dengan kapasitas 50 Ah penggunaan beban maksimum yang dapat digunakan adalah 5 Ampere agar tidak merusak aki.

Selain dengan mengukur berat jenis atau densiti dari air aki, aki dapat di uji dengan menggunakan Volt meter. Seperti kita ketahui aki yang baik adalah aki yang menunjukkan voltase 12,6Volt. Namun pada saat setelah pengisian penuh aki biasanya dapat mencapai 13,8Volt, apabila pengisian dihentikan maka voltase 13,8 V itu akan turun dengan cepat ke 13 dan perlahan-lahan turun hingga 12,6 volt.

Berikut merupakan data dari kapasitas aki pada saat kosong sampai pada kondisi aki terisi penuh dengan menggunakan aki GS 70Ah.

Table 2.1. Kapasitas Aki

Kapasitas Aki (%)	Tegangan (volt)
0	11
10	11,2
20	11,4
30	11,6
40	11,8
50	12
60	12,2
70	12,4
80	12,6
90	12,8
100	13

Sumber : www.google.com kapasitas Aki

Untuk mengetahui waktu dalam proses pengisian accumulator, dapat menggunakan perhitungan dibawah ini :

1. Lamanya pengisian Arus :

$$T_a = Ah / A \dots\dots\dots(1.1)$$

Keterangan :

T_a = Lamanya pengisian arus (jam)

Ah = Besarnya kapasitas Aki (Ampere Hour)

A = Besarnya arus pengisian ke Aki (Ampere)

2. Lamanya pengisian daya

$$T_d = \text{daya Ah} / \text{daya A} \dots\dots\dots(1.2)$$

Keterangan :

T_d = Lamanya pengisian daya (Jam)

Daya Ah = Besarnya daya yang didapat dari perkalian Ah dengan besar tegangan aki (watt hours)

Daya A = Besarnya daya yang didapat dari perkalian A dengan besar tegangan aki (watt)

Proses Akumulator (accu, aki) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Contoh-contoh akumulator adalah baterai dan kapasitor. Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau accu) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai,

kapasitor, kompulsator, dll. Akumulator (aki): Akumulator termasuk ke dalam jenis sel sekunder, artinya sel ini dapat dimuati ulang ketika muatannya habis. Ini karena reaksi kimia dalam sel dapat dibalikkan arahnya. Jadi sewaktu sel dimuati, energi listrik diubah menjadi energi kimia, dan sewaktu sel bekerja, energi kimia diubah menjadi energi listrik.

Reaksi Kimia di Balik Kotak Aki ACCU(mulator) atau sering disebut aki, adalah salah satu komponen utama dalam kendaraan bermotor, baik mobil atau motor, semua memerlukan aki untuk dapat menghidupkan mesin mobil (mencatu arus pada dinamo stater kendaraan). Aki mampu mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik. Di pasaran saat ini sangat beragam jumlah dan jenis aki yang dapat ditemui. Aki untuk mobil biasanya mempunyai tegangan sebesar 12 Volt, sedangkan untuk motor ada tiga jenis yaitu, dengan tegangan 12 Volt, 9 volt dan ada juga yang bertegangan 6 Volt. Selain itu juga dapat ditemukan pula aki yang khusus untuk menyalakan tape atau radio dengan tegangan juga yang dapat diatur dengan rentang 3, 6, 9, dan 12 Volt.

Tentu saja aki jenis ini dapat dimuati kembali (recharge) apabila muatannya telah berkurang atau habis. Dikenal dua jenis elemen yang merupakan sumber arus searah (DC) dari proses kimiawi, yaitu elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer terdiri dari elemen basah dan elemen kering. Reaksi kimia pada elemen primer yang menyebabkan elektron mengalir dari elektroda negatif (katoda) ke elektroda

positif (anoda) tidak dapat dibalik arahnya. Maka jika muatannya habis, maka elemen primer tidak dapat dimuati kembali dan memerlukan penggantian bahan pereaksinya (elemen kering). Sehingga dilihat dari sisi ekonomis elemen primer dapat dikatakan cukup boros. Contoh elemen primer adalah batu baterai (dry cells). Allessandro Volta, seorang ilmuwan fisika mengetahui, gaya gerak listrik (ggl) dapat dibangkitkan dua logam yang berbeda dan dipisahkan larutan elektrolit. Volta mendapatkan pasangan logam tembaga (Cu) dan seng (Zn) dapat membangkitkan ggl yang lebih besar dibandingkan pasangan logam lainnya (kelak disebut elemen Volta).

Hal ini menjadi prinsip dasar bagi pembuatan dan penggunaan elemen sekunder. Elemen sekunder harus diberi muatan terlebih dahulu sebelum digunakan, yaitu dengan cara mengalirkan arus listrik melaluinya (secara umum dikenal dengan istilah 'disetrum'). Akan tetapi, tidak seperti elemen primer, elemen sekunder dapat dimuati kembali berulang kali.

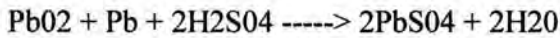
Elemen sekunder ini lebih dikenal dengan aki. Dalam sebuah aki berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (bolak-balik) dengan efisiensi yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel yaitu di dalam aki saat dipakai berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (discharging). Sedangkan saat diisi atau dimuati, terjadi proses tenaga listrik menjadi tenaga kimia (charging).

Jenis aki yang umum digunakan adalah accumulator timbal. Secara fisik aki ini terdiri dari dua kumpulan pelat yang dimasukkan pada larutan asam sulfat

encer (H_2SO_4). Larutan elektrolit itu ditempatkan pada wadah atau bejana aki yang terbuat dari bahan ebonit atau gelas. Kedua belah pelat terbuat dari timbal (Pb), dan ketika pertama kali dimuati maka akan terbentuk lapisan timbal dioksida (PbO_2) pada pelat positif.

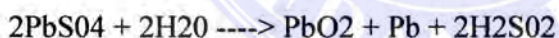
Letak pelat positif dan negatif sangat berdekatan tetapi dibuat untuk tidak saling menyentuh dengan adanya lapisan pemisah yang berfungsi sebagai isolator (bahan penyekat). Proses kimia yang terjadi pada aki dapat dibagi menjadi dua bagian penting, yaitu selama digunakan dan dimuati kembali atau 'disetrum'. Reaksi kimia Pada saat aki digunakan, tiap molekul asam sulfat (H_2SO_4) pecah menjadi dua ion hidrogen yang bermuatan positif ($2H^+$) dan ion sulfat yang bermuatan negatif (SO_4^-). Tiap ion SO_4^- yang berada dekat lempeng Pb akan bersatu dengan satu atom timbal murni (Pb) menjadi timbal sulfat ($PbSO_4$) sambil melepaskan dua elektron. Sedang sepasang ion hidrogen tadi akan ditarik lempeng timbal dioksida (PbO_2), mengambil dua elektron dan bersatu dengan satu atom oksigen membentuk molekul air (H_2O).

Dari proses ini terjadi pengambilan elektron dari timbal dioksida (sehingga menjadi positif) dan memberikan elektron itu pada timbal murni (sehingga menjadi negatif), yang mengakibatkan adanya beda potensial listrik di antara dua kutub tersebut. Proses tersebut terjadi secara simultan, reaksi secara kimia dinyatakan sebagai berikut :



Di atas ditunjukkan terbentuknya timbal sulfat selama penggunaan (discharging). Keadaan ini akan mengurangi reaktivitas dari cairan elektrolit karena asamnya menjadi lemah (encer), sehingga tahanan antara kutub sangat lemah untuk pemakaian praktis.

Sementara proses kimia selama pengisian aki (charging) terjadi setelah aki melemah (tidak dapat memasok arus listrik pada saat kendaraan hendak dihidupkan). Kondisi aki dapat dikembalikan pada keadaan semula dengan memberikan arus listrik yang arahnya berlawanan dengan arus yang terjadi saat discharging. Pada proses ini, tiap molekul air terurai dan tiap pasang ion hidrogen yang dekat dengan lempeng negatif bersatu dengan ion SO_4 pada lempeng negatif membentuk molekul asam sulfat. Sedangkan ion oksigen yang bebas bersatu dengan tiap atom Pb pada lempeng positif membentuk PbO_2 . Reaksi kimia yang terjadi adalah :



Besar ggl yang dihasilkan satu sel aki adalah 2 Volt. Sebuah aki mobil terdiri dari enam buah aki yang disusun secara seri, sehingga ggl totalnya adalah 12 Volt. Accu mencatu arus untuk menyalakan mesin (motor dan mobil dengan menghidupkan dinamo stater) dan komponen listrik lain dalam mobil. Pada saat mobil berjalan aki dimuati (diisi) kembali sebuah dinamo (disebut dinamo jalan) yang dijalankan dari putaran mesin mobil atau motor. Pada aki kendaraan bermotor arus

yang terdapat di dalamnya dinamakan dengan kapasitas aki yang disebut Ampere-Hour/AH (Ampere-jam). Contohnya untuk aki dengan kapasitas arus 45 AH, maka aki tersebut dapat mencatu arus 45 Ampere selama 1 jam atau 1 Ampere selama 45 jam.

Penulis sempat melakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik aki dan hasilnya telah diseminarkan beberapa waktu yang lalu. Penelitian tersebut dilakukan baik saat aki sedang di discharging maupun saat charging. Metodenya adalah dengan mengukur tegangan jepit (Volt) antara kedua kutub dari aki yang dibandingkan per satuan waktu (30 menit). Penelitian tersebut dilakukan untuk aki 12 Volt, 9 Volt dan 6 Volt (meliputi aki mobil dan motor).

Pengamatan ini dilakukan selama kurang lebih lima sampai enam jam untuk tiap jenis aki, dan hasilnya antara tegangan jepit diplot terhadap perubahan waktu. Ternyata aki yang kutubnya terbuat dari timbal dan timbal peroksida dan dicelupkan dalam cairan asam sulfat (yang banyak dipakai) cukup baik hasilnya dalam mempertahankan beda potensial. Karena itu kedua kutub aki timbal dan timbal peroksida mampu mempertahankan perbedaan potensial antara kedua kutub secara stabil, sekalipun arus yang melalui rangkaian cukup besar.

2.3.3. Jenis – Jenis Akimulator

1. Accumulator Biasa

Accumulator disebut unsure (sel) sekunder karena sesudah energy habis masih bisa diisi dan digunakan kembali. Ketika diisi terjadi reaksi kimia yang pertama sesudah accumulator penuh dapat memberi arus pada rangkaian luar, maka terjadi reaksi kimia kedua. Jadi pesawat ini bekerja mengumpulkan dan mengeluarkan arus listrik.

2. Accumulator Timbel

Jenis accu yang umum digunakan adalah accu timbel, accu terdiri dari 2 buah kumpulan plat timbel yang dicelupkan kedalam larutan asam sukfat (H_2SO_4). Untuk mendapatkan jumlah arus yang lebih besar tetapi dalam kemasan yang kecil maka lapisan timbel tersebut dipasang sedemikian rupa dalam jarak yang berdekatan. Untuk menjaga agar platplat tersebut tidak saling bersentuhan maka diantara timbel tersebut dipasang penyekat dari bahan isolator. Untuk mendapatkan tegangan (GGL) yang besar, plat timbel tersebut dihubungkan seri.

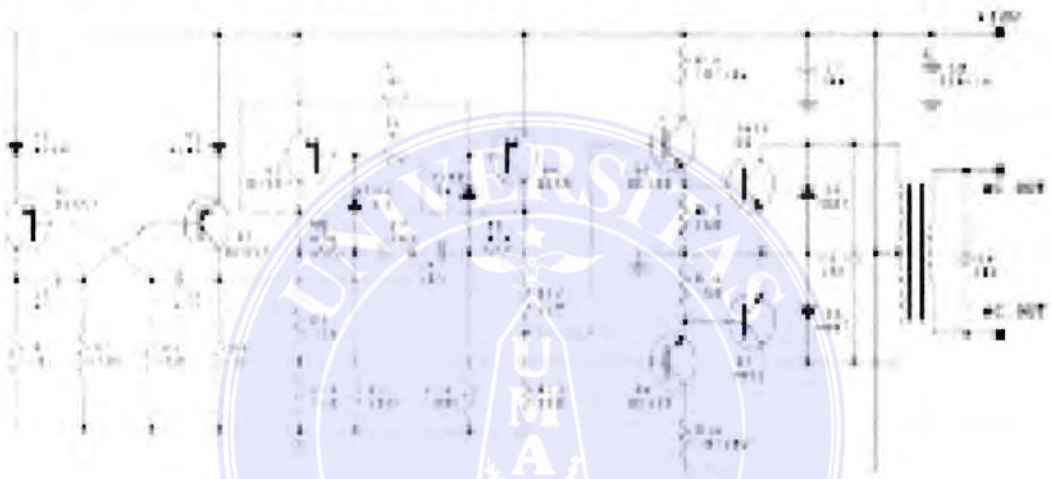
3. Accumulator Alkali

Sel ini disebut alkali karena menggunakan lindikali (kaliloog) sebagai elektrolit.



2.4. Inverter

Inverter adalah sebuah rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Prinsip kerja dari sebuah inverter adalah dengan menggabungkan sebuah rangkaian multivibrator yang dihubungkan dengan sebuah transformator penaik tegangan (Step Up) seperti gambar rangkaian 2.24 dibawah ini.



Gambar 2.24 Rangkaian Inverter
Sumber : www.google.com. Inverter

Inverter dapat digunakan untuk mensuplai beban dengan tegangan AC dengan daya yang disesuaikan dengan daya tegangan DC yang tersedia dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya, contoh penggunaan inverter dapat digunakan untuk rangkaian UPS (Uninterrupted Power Supply) untuk mensupply tegangan listrik bila terjadi pemutusan listrik dari PLN dengan tiba – tiba.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan inverter:

- Kapasitas beban dalam Watt, usahakan memilih inverter yang beban kerjanya mendekati dgn beban yang hendak kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal
- Input DC 12 Volt atau 24 Volt
- Sinewave ataupun square wave outuput AC

True sine wave inverter diperlukan terutama untuk beban-beban yang masih menggunakan motor agar bekerja lebih mudah, lancar dan tidak cepat panas. Oleh karena itu dari sisi harga maka true sine wave inverter adalah yang paling mahal diantara yang lainnya karena dialah yang paling mendekati bentuk gelombang asli dari jaringan listrik PLN.

Dalam perkembangannya di pasaran juga beredar modified sine wave inverter yang merupakan kombinasi antara square wave dan sine wave. Bentuk gelombangnya bila dilihat melalui oscilloscope berbentuk sinus dengan ada garis putus-putus di antara sumbu $y = 0$ dan grafik sinusnya. Perangkat yang menggunakan kumparan masih bisa beroperasi dengan modified sine wave inverter, hanya saja kurang maksimal. Sedangkan pada square wave inverter beban-beban listrik yang menggunakan kumparan / motor tidak dapat bekerja sama sekali.

Selain itu dikenal juga istilah Grid Tie Inverter yang merupakan special inverter yang biasanya digunakan dalam sistem energi listrik terbarukan, yang mengubah arus listrik DC menjadi AC yang kemudian diumpankan ke jaringan listrik

yang sudah ada. Grid Tie Inverter juga dikenal sebagai synchronous inverter dan perangkat ini tidak dapat berdiri sendiri, apalagi bila jaringan tenaga listriknya tidak tersedia. Dengan adanya grid tie inverter kelebihan KWh yang diperoleh dari sistem PLTS ini bisa disalurkan kembali ke jaringan listrik PLN untuk dinikmati bersama dan sebagai penggantinya besarnya KWh yang disuplai harus dibayar PLN ke penyedia PLTS, tentunya dengan tarif yang telah disepakati sebelumnya. Sayangnya sampai sekarang ketentuan tarif semacam ini masih terus digodok seiring dengan aturan mengenai listrik swasta.

Rugi-rugi / loss yang terjadi pada inverter biasanya berupa dissipasi daya dalam bentuk panas. Efisiensi tertinggi dipegang oleh grid tie inverter yang diclaim bisa mencapai 95-97% bila beban outputnya hampir mendekati rated bebannya. Sedangkan pada umumnya efisiensi inverter adalah berkisar 50-90% tergantung dari beban outputnya. Bila beban outputnya semakin mendekati beban kerja inverter yang tertera maka effisiensinya semakin besar, demikian pula sebaliknya. Modified sine wave inverter ataupun square wave inverter bila dipaksakan untuk beban-beban induktif maka effisiensinya akan jauh berkurang dibandingkan dengan true sine wave inverter. Perangkatnya akan menyedot daya 20% lebih besar dari yang seharusnya.

Inverter dapat diklasifikasikan menjadi 2 macam yaitu :

1. Inverter 1 fasa
2. Inverter 2 fasa

Inverter biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (Pulse Width Modulation – PWM) inverter juga dibedakan dengan cara pengaturan tegangan yaitu :

1. Jika yang diatur tegangan input konstan disebut voltage Fed Inverter (VFI)
2. Jika yang diatur arus input konstan disebut Current Fed Inverter (CFI)
3. Jika tegangan input yang diatas disebut variabel DC



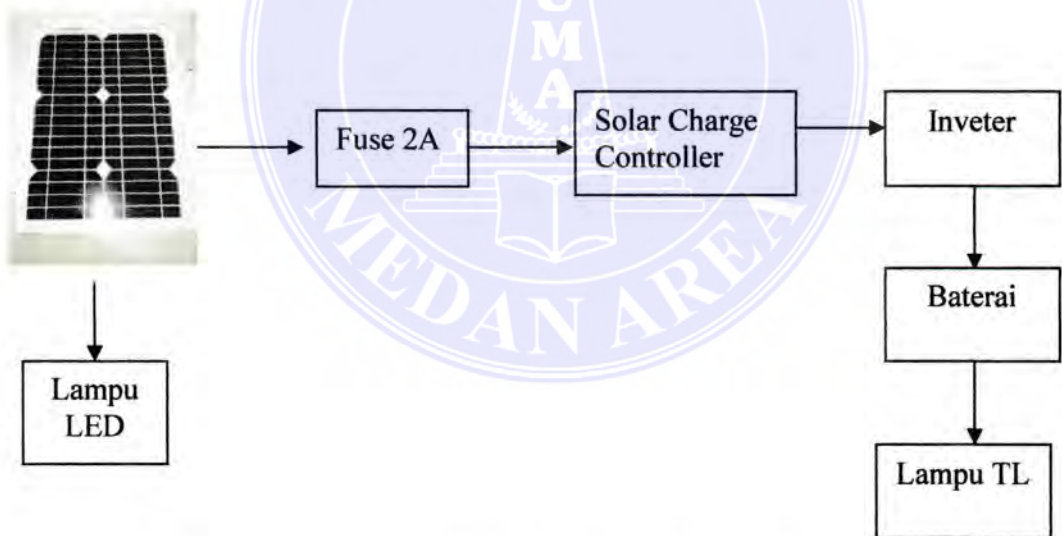
BAB III

PERANCANGAN DAN ANALISA SISTEM

3.1. Konfigurasi Sistem

Secara garis besar perencanaan dan pembuatan seluruh sistem proyek akhir ini ditunjukkan dalam gambar 3.1. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah proses perbaikan alat dan analisa. Secara umum blok diagram tersebut terdiri atas :

1. Perancangan Panel Box Solar Cell.
2. Perancangan Kapasitas Aki dan Solar Cell.
3. Percangan Solar Charge Controller.
4. Desain Battery .



Gambar 3.1. Blok diagram system

Pada blok diagram diatas dijelaskan bahwa untuk mengetahui kapasitas dari solar cell maka diperlukan total daya yang dipakai beban. Dalam perhitungan

digunakan solar cell dengan kapasitas 10 Wp(*Watt Peak*). Solar cell tersebut akan mengeluarkan daya yang kemudian disimpan dalam aki. Sebelum solar cell yang digunakan solar cell dengan kapasitas 10 Wp(*Watt Peak*). Solar cell tersebut akan mengeluarkan daya yang kemudian disimpan dalam aki. Sebelum solar cell yang mempunyai $V_{maks} = 20,7$ Volt mengisi energinya ke aki terlebih dahulu masuk kerangkaian battery charger. Output dari battery charger yang disetting sekitar 13,8 - 14,7 Volt digunakan untuk mengisi aki dengan kapasitas 12 V.

3.2. Perancangan Hardware

Dalam perancangan hardware pada tugas akhir ini, terlebih dahulu harus dibuat spesifikasi awal dari rangkaian untuk mempermudah merancang rangkaian.

Spesifikasi awal dari rangkaian sebagai berikut :

1. Panel Surya 10 WP Made in China = 1 buah + Kabel Listrik $2 \times 0,75 \text{ mm}^2 = 7 \text{ m} + \text{Jack}$
2. Electric Box System (EBS) = 1 buah, berupa rangkain listrik di dalam EBS, terdiri dari :
 - Controller Charger 12 V – 10 A, Merk EP Solar / SP, China = 1 buah
 - Inverter 12 V / 220 V – 100 W / 150 W, Merk TBE / Source, China = 1 buah
 - Baterai / Accu Kering (Dry Cell) Merk Panasonic, 12 V – 7,2 AH = 1 buah

- Box Plate Besi, Tebal 1 mm, ukuran p x l x t = 20 x 12 x 30 cm, Cat Powder Coating. Warna Krem, dilengkapi Handle, Lokal Content = 1 buah
 - Assesories rangkaian listrik didalam EBS = 1 set
 - Output listrik DC (12 V) dan AC (220 V)
3. Lampu Neon LED DC 39 Titik Lampu, China 12 V – 2,5 W = 2 buah
 4. Kabel NYM, 2 x 0,14 mm² = 25 m
 5. Klem Kabel Listrik No. 4 = 1 Park
 6. Fuse Cadangan 2 A = 5 Buah
 7. Tiang penyangga solar cell

3.2.1 Desain Panel Box Solar Cell

Desain panel box solar cell pada tugas akhir ini ditunjukkan pada gambar 3.2(a) dan gambar 3.2(b) dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 12 cm dan tinggi 30 cm



Gambar 3.2(a) panel box solar cell tampak depan



Gambar 3.2 (b) panel box solar cell tampak samping

Panel box ini terbuat dari besi yang berbentuk plate box yang tebalnya 1 mm dan dengan ukuran panjang 20, lebar 12, tinggi 30 cm. Oleh karena itu maka dibutuhkan peralatan sebagai berikut :

1. Bor tangan listrik dan mata bor 2 mm yang berfungsi melobangi panel solar cell.
2. Alat ukur meter yang berfungsi untuk mengukur jarak bahan dan peralatan yang mau dipasang pada panel solar cell.
3. Obeng (+) dan Obeng (-) untuk membuka dan mengunci baut atau mur yang dipasang pada panel solar cell supaya peralatan yang dipasang tidak lepas pada saat dioperasikan.

4. Gerenda tangan listrik yang berfungsi untuk memotong dan membelah plate box besi.

Kikir yang berfungsi untuk meratakan dan menghaluskan panel solar cell yang telah dilobangi maupun yang telah dibelah.

3.2.2 Perancangan Dan Pemasangan Solar Cell

Dalam merencanakan pemakaian solar cell terlebih dahulu harus dihitung total beban yang akan dipakai setelah itu dapat diketahui kapasitas daya yang akan dipakai. seperti ditunjukkan pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Pemasangan Solar Cell

Total beban :

Lampu LED	= 2,5 W
Lampu TL	= 10 W
<hr/>	
Total Daya	= 12,5 W

Jadi Solar Cell yang diperlukan :

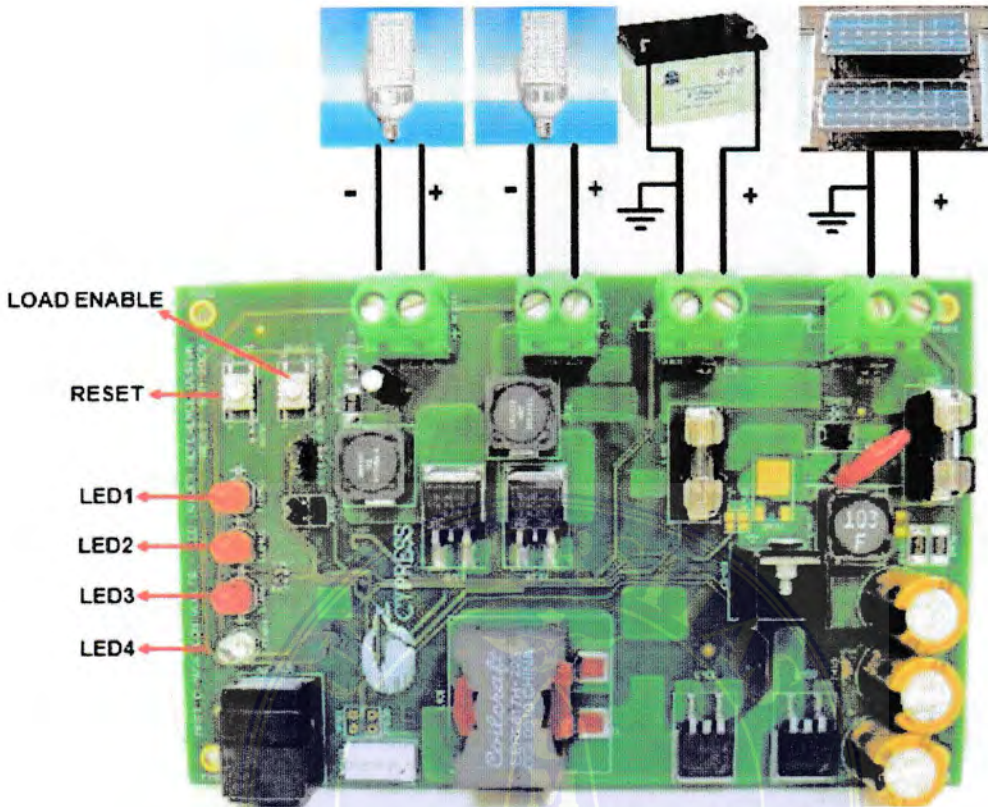
$$P \text{ total} = 10 \text{ WP} = 100\text{W}/150 \text{ W}$$

Dengan I total output dari Solar Cell = $100 \text{ W} / 12 \text{ V}$

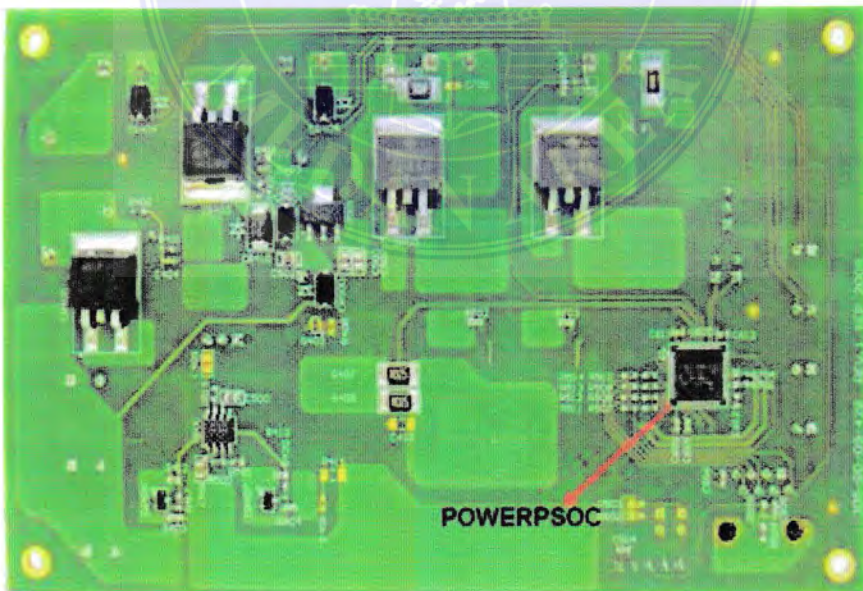
$$= \underline{8,33 \text{ A}}$$

3.2.3 Perancangan Dan Pemasangan Solar Charge Controller

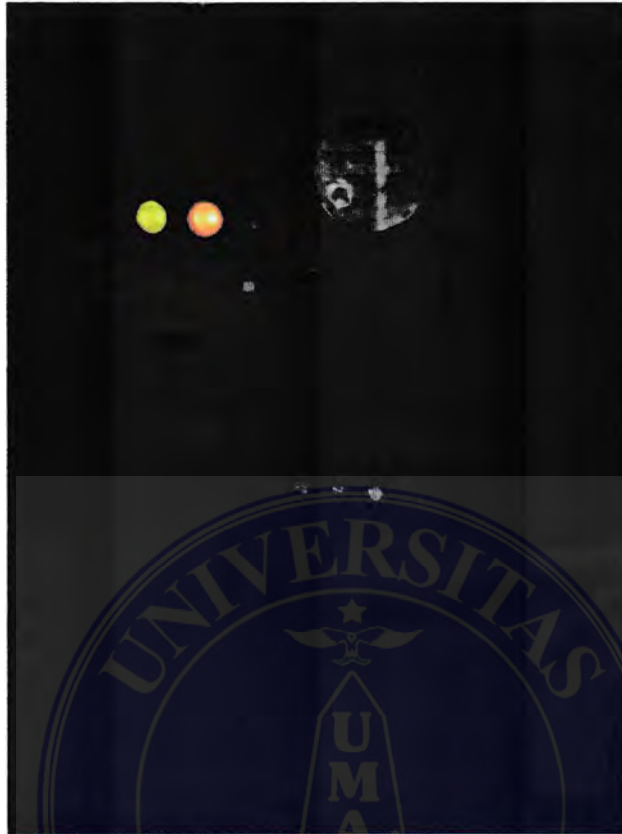
Dalam tugas akhir ini penulis memakai Solar Charge Controller menerapkan teknologi Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban seperti ditunjukkan pada gambar 3.4 diagram solar charger controller . Panel surya umumnya memiliki tegangan output 16 – 21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di charge pada tegangan 14 – 14,7 Volt. Dengan ukuran yang tidak terlalu besar maka solar charge controller dapat dipasang didalam panel solar sel yang telah disediakan. Pemasangan solar charge controller dapat dilihat pada gambar 3.5. Hal ini membuat penggunaan perangkat ini jadi lebih efisien. Karena bentuknya yang kecil sehingga tidak membutuhkan tempat yang lebar.



Gambar 3.4 (a) Diagram Solar Charger Controller



Gambar 3.4 (b) Tampak bawah Solar Charger Controller



Gambar 3.5 posisi solar charge controller

3.2.4. Pemasangan Baterai

Baterai adalah alat penyimpan tenaga listrik arus searah (DC). Ada beberapa jenis baterai / aki di pasaran yaitu jenis aki basah/ konvensional, hybrid dan MF (Maintenance Free). Aki basah/konvensional berarti masih menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dalam bentuk cair. Sedangkan aki MF sering disebut juga aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel/selai. Sehingga penulis memilih baterai / aki Mf sebagai baterai yang akan dipakai dalam tugas akhir ini, gambar 3.6 bentuk baterai yang dipakai



Gambar 3.6 Bentuk Baterai yang akan digunakan
Sumber : www.google.com Baterai 2011

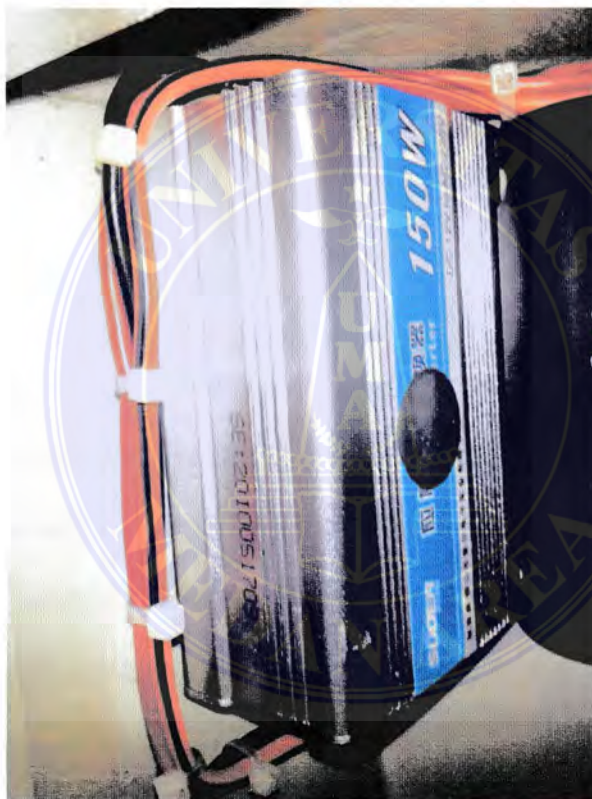
Dalam hal mempertimbangkan posisi peletakkannya maka aki kering tidak mempunyai kendala, lain halnya dengan aki basah. Posisi penempatan baterai pada panel solar sel seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.7 dibawah ini .



Gambar 3.7 Posisi Baterai pada panel solar cell

3.2.5 Pemasangan Inverter

Pemasangan inverter pada tugas akhir ini pada posisi kiri bagian dalam panel solar cell, karena melihat bentuk inverter yang berukuran panjang 120 mm, lebar 100mm dan tinggi 250 mm. Membuat bentuknya kecil dan ringan membuat inverter ini menjadi efisien pada tempat yang sempit. Posisi inverter pada panel solar cell dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Inverter pada panel solar cell

3.2.6 Perancangan Dan Pemasangan Tiang Solar Cell

Sebagai tempat solar cell untuk menerima cahaya matahari maka dibuat tiang yang terbuat dari logam, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.9 dibawah ini



Gambar 3.9 Tiang solar cell

Dimana tinggi tiang tersebut adalah 150 cm dan diberi lengan pada kedua sisi solar cell. Supaya solar cell dapat bergerak bebas dari timur kebarat maka diberi baut pada kedua sisi lengan. Hal ini dilakukan agar solar cell dapat menerima cahaya matahari mulai dari terbitnya matahari sampai tenggelam di barat. Sehingga dalam penyerapan cahaya matahari dapat terserap seluruhnya. Dengan bentuk seperti ini maka penempatan dan pemakai solar cell menjadi lebih efisien karena dapat dipindahkan dan disimpan.

3.2.7 Perancangan dan Pemasangan Saklar, Fuse, Cok Female

Dalam panel solar cell terdapat komponen – komponen yang mendukung fungsi dari perangkat elektronik yang terpasang seperti saklar, fuse, lampu LED.

Oleh karena itu perlu diperhitungkan tata letak dari komponen tersebut sehingga pemakain panel dapat menjadi efesien seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.10 dibawah ini



Gambar 3.10 Susunan komponen

3.2.8 Pengawatan Kabel

Pengawatan kabel dilakukan sesuai dengan rangkaian yang telah dibuat sehingga tidak terjadi kesalahan pemasangan kabel. Pemakaian kode warna merah dan hitam pada kabel dan simbol positif (+) dan negative (-) digunakan supaya tidak terjadi kesalahan dalam menghubungkan kabel yang dapa merusak komponen dan peralatan elektronik lainnya . Hal dapat kita lihat seperti gambar 3.11 , gambar 3.12 , gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.11. Pemasangan kabel saklar, fuse dan cok fimate



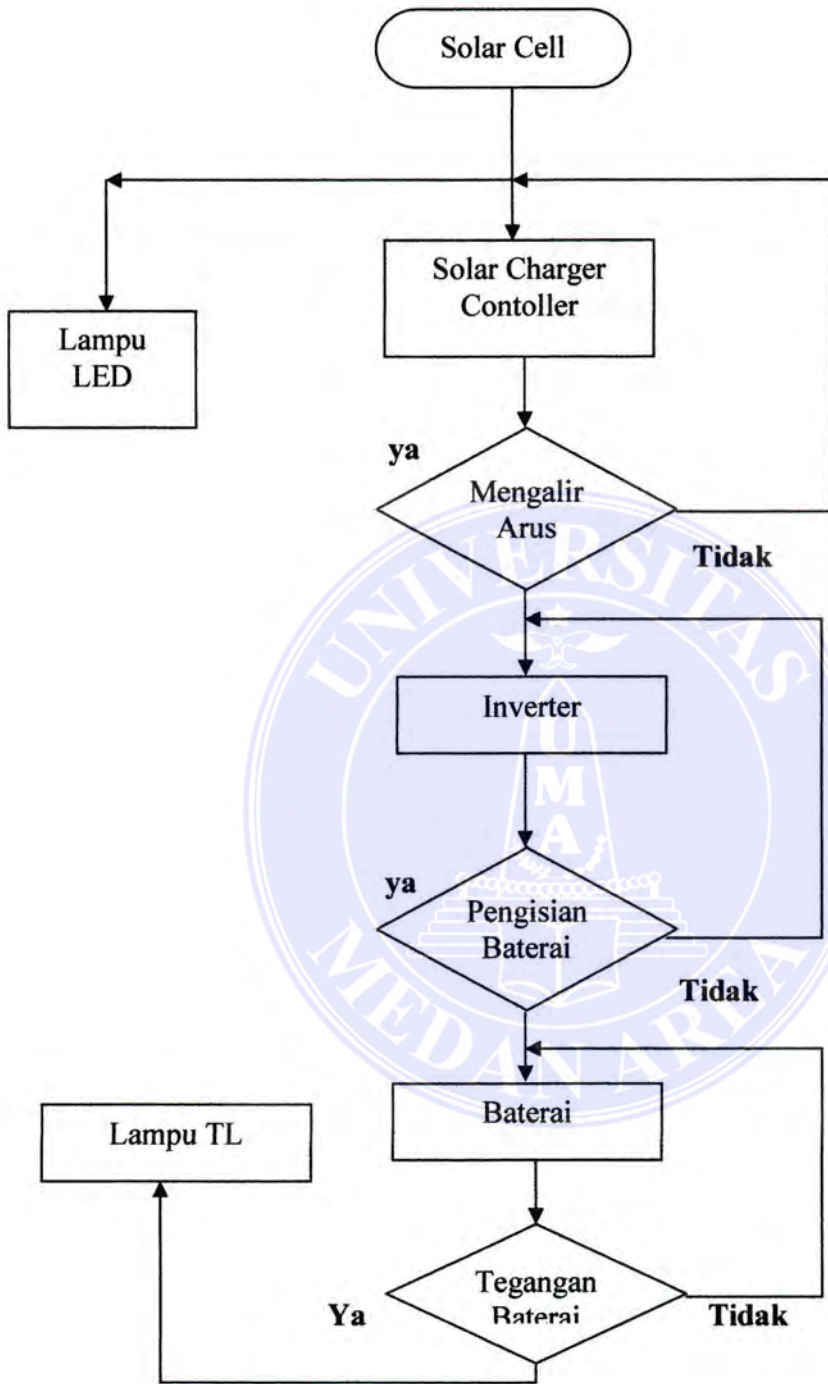
Gambar 3.12. Pemasangan kabel pada solar charge controller



Gambar 3.13. Pemasangan kabel pada baterai dan inverter

3.3 Perancangan Flowchart

Flowchart merupakan cara yang paling sederhana untuk merancang dan menjelaskan suatu program maupun sistem kerja dari suatu peralatan. Secara umum flowchart menyatakan urutan kerja dari program yang telah dibuat. Seperti halnya blok diagram hardware, flowchart dapat dibentuk dari kotak persegi atau dari bentuk lain yang menyatakan operasi suatu program secara berurutan. Dari flowchart ini terlihat arah program akan berjalan jika suatu kondisi terpenuhi. Jadi perancangan flowchart mirip dengan perancangan blok diagram. Semua ide program dapat dituangkan kedalam flowchart agar program dapat berjalan dengan baik sesuai dengan keinginan. Flowchart ini dapat dilihat pada gambar 3.14. berikut :



Gambar 3.14 Flowhchart

Dimulai dari solar cell, sinar matahari menerpa solar sel dan arus pun mengalir menuju lampu LED dan lampu LED pun menyala. Setelah itu arus diteruskan menuju solar charger controller yang mengatur pengisian baterai agar baterai tidak overcharger sehingga baterai tidak cepat panas dan rusak. Setelah melalui solar charge controller maka diteruskan ke inverter yang mengubah tegangan DC menjadi AC dimana tegangan ini untuk pengisian ke baterai untuk peralatan elektronik yang memakai tegangan AC seperti pada tugas akhir ini memakai lampu TL.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pelaksanaan proyek tugas akhir yang berjudul “ Perancangan Dan Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) “ ini diperoleh beberapa kesimpulan yaitu ;

1. Alat ini merupakan terobosan baru untuk menghemat energi listrik dimana lampu lalu lintas di Sumatera Utara sudah terpasang ribuan yang beroperasi 20 jam karena lampu ini dapat mensupply energi listrik sendiri yang diperoleh dari sinar matahari.
2. Dengan ukurannya yang ramping lampu lalu lintas ini dapat ditempatkan dimana saja tanpa menggunakan lahan yang luas.
3. Intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan oleh panel solar sel, dimana semakin tinggi intensitas cahaya matahari maka semakin tinggi daya yang dihasilkan.
4. Untuk menyimpan daya energi listrik yang telah diperoleh dari matahari maka energi tersebut disimpan sebagian ke dalam baterai.

5.2. Saran

Ada pun saran yang dapat disampaikan oleh penulis adalah

1. Adapun alat ini dibuat adalah untuk disumbangkan untuk Universitas sebagai bahan untuk simulasi untuk praktikum Konversi Energi yaitu perubahan energi cahaya menjadi energi listrik.
2. Untuk mengetahui proses terjadinya energi cahaya menjadi energi listrik didalam panel solar cell.
3. Kelengkapan alat ukur terutama untuk mengukur intensitas cahaya sangat dibutuhkan dalam kelancaran Tugas Akhir maupun praktikum.



Daftar Pustaka

- Mufid, Ahmad.2010.Disain Prototype DC – DC Konverter Untuk Topologi Baru Pemanfaatan Photocoltaic Pada LED Sebagai Sumber Penerangan Dalam Rumah Standar. Diakses dari www.google.com
- Nofrizal,2008, Perancangan Thermal Dan Elektrikal. Diakses dari www.google.com
- Purba, Michael, 2004. Kimia Untuk SMA kelas X, Erlangga. Jakarta.
- Purnomo, Wahyu, 2010. Pengisian Baterai Otomatis Dengan Menggunakan Solar Cell. Diakses dari www.google.com.
- Sulayman. A.A.Azooz.J.M 2005. Electronic Control Circuit For Solar Battery Charging. Diakses dari www.google.com
- Sinamo. Sertu Alim Senina. 2008. Mengenal Solar Cell Sebagai Energi Alternatif Diakses dari www.google.com
- Wulandari , Tiayas Ika, 2010. Rancang Bangun Sistem Penggerak Pintu Air Dengan Memanfaatkan Energi Alternatif Matahari diakses dari www.google.com.
- Wasito, 1984. Vademenkum Elektronik. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- [www.google.com/jenis-jenis soalr cell/jenis-jenis solar cell,2008](http://www.google.com/jenis-jenis%20solal%20cell/jenis-jenis%20solar%20cell,2008)
- [www.google.com/proses konversi cahaya matahari menjadi energi listrik,2009](http://www.google.com/proses%20konversi%20cahaya%20matahari%20menjadi%20energi%20listrik,2009)
- [www.google.com/dasar teori baterai,2007](http://www.google.com/dasar%20teori%20baterai,2007)
- [www.google.com/jenis-jenis baterai,2007](http://www.google.com/jenis-jenis%20baterai,2007)
- [www.google.com/prinsip kerja baterai,2010](http://www.google.com/prinsip%20kerja%20baterai,2010)
- [www.google.com/prototype inverter dc-dc,2010](http://www.google.com/prototype%20inverter%20dc-dc,2010)
- [www.google.com/solar charge circuit program,2010](http://www.google.com/solar%20charge%20circuit%20program,2010)
- [www.google.com/dasar teori inverter,2010](http://www.google.com/dasar%20teori%20inverter,2010)
- Zuhal, 1988. Dasar Teknik Tenaga Listrik Dan Elektronik Daya Gramedia Pustaka Utara, Jakarta.