



1. TUJUAN PERCOBAAN

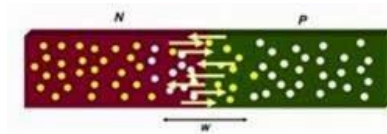
1. Mahasiswa dapat menentukan gaya gerak listrik (ggl) yang dihasilkan dari sel surya.
2. Mahasiswa dapat menentukan hambatan dalam (r) dari sel surya.
3. Mahasiswa dapat melakukan pengukuran karakteristik sel surya terhadap variable intensitas cahaya dan meng gambarkannya dalam bentuk kurva hubungan I dan V

2. DASAR TEORI

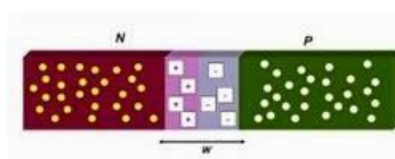
Sistem kerja solar cell



Prinsip kerja sel surya didasarkan pada penggabungan semikonduktor tipe-p yang kelebihan *hole* dan semikonduktor tipe-n yang kelebihan elektron.



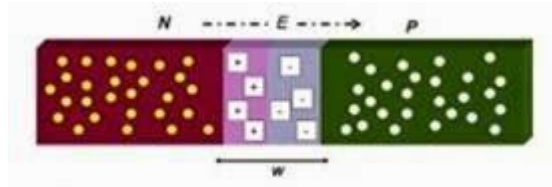
Bila daerah sambungan dikenai cahaya foton energetik yang cukup mampu mengeksitasi suatu elektron dari keadaan pita valensi ke pita konduksi, maka elektron bebas dan *hole* akan bergerak sebagai tanggapan terhadap pembentukan medan listrik pada sambungan n-p.



Elektron dari semikonduktor *n* yang bersatu dengan *hole* pada semikonduktor *p* yang mengakibatkan jumlah *hole* pada semikonduktor *p* akan



berkurang. Daerah ini akhirnya berubah menjadi lebih bermuatan negatif. 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.



Daerah negatif dan positif ini disebut dengan daerah deplesi (*depletion region*) ditandai dengan huruf W. Pada daerah deplesi ini terdapat banyak keadaan terisi (*hole+elektron*). Baik elektron maupun *hole* yang ada pada daerah deplesi disebut dengan pembawa muatan minoritas (*minority charge carriers*) karena keberadaannya di jenis semikonduktor yang berbeda. Perbedaan muatan pada daerah deplesi ini menimbulkan medan listrik internal E dari daerah positif ke daerah negatif pada daerah deplesi. Medan yang dibentuk menghasilkan suatu arus I melewati sambungan, dan juga memberi muatan ke daerah tipe-p dan tipe-n. Ini terjadi karena elektron akan disapu ke daerah tipe-n dan *hole* ke daerah tipe-p.

KOMPONEN RANGKAIAN SOLAR CELL

Suatu rangkaian Solar Cell terdiri dari komponen-komponen penting yang dapat memaksimalkan kerja dari rangkaian solar cell tersebut, komponen-komponen tersebut ialah:

1. Panel Surya
2. Charge Controller
3. Baterai
4. Inverter



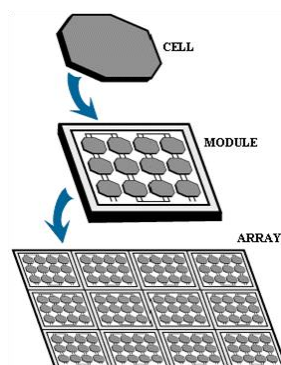
PANEL SURYA (PHOTOVOLTAIK)



Photovoltaik merupakan komponen utama yang menghasilkan arus listrik yang kemudian akan disimpan pada baterai atau aki. biasanya suatu solar cell atau fotovoltaik mempunyai daya yang berbeda-beda 5 watt peak, 30 watt peak, 50 watt peak, 100 watt peak dan sebagainya. dan terdiri dari 3 macam berdasarkan teknologi pembuatannya:

- monokristal
- polikristal
- thin film

dari ketiga teknologi itu dapat dibedakan dengan tingkat efisiensinya dan monokristal merupakan fotovoltaik yang memiliki efficiency tertinggi saat ini, namun dari segi ekonomi masih sangat mahal dibandingkan dengan polikristal.

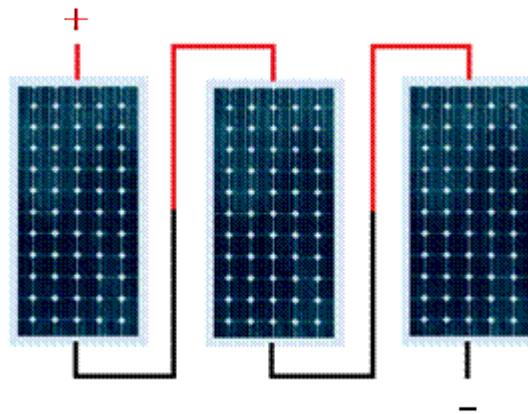


suatu panel solar cell tersusun dari cell-cell surya kemudian terbentuk modul-modul surya dan dari modul surya terbentuk dalam satu array.



dari setiap cell mempunyai tegangan dan daya masing-masing sehingga bila kita rangkaikan atau kita susun maka akan terbentuk kapasitas solar cell yang kita butuhkan. berikut sistem rangkaian pada solar cell:

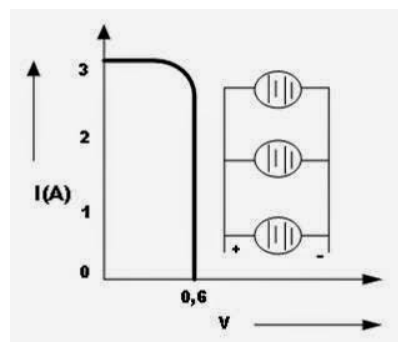
1. rangkaian secara seri




Hubungan seri suatu modul fotovoltaik didapat apabila bagian depan (+) sel surya utama dihubungkan dengan bagian belakang (-) sel surya kedua atau sebaliknya. Dari keadaan seri ini didapatkan tegangan solar cell dijumlahkan apabila dihubungkan seri satu sama lain:
 $V_{total} = V_1 + V_2 + V_3$ dsb
Arus solar cell sama apabila dihubungkan seri satu sama lain:

$$I_{total} = I_1 = I_2 = I_3 = \text{dsb}$$

2. rangkaian secara paralel



Rangkaian paralel modul fotovoltaik di dapat apabila terminal kutub positif dan negatif sel surya dihubungkan satu sama lain.

	LABORATORIUM KONVERSI ENERGI JURUSAN TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	
	JOB SHEET PRAKTIKUM SOLAR CELL	
	JOB SHEET 1	SOLAR CELL

Tegangan sel surya yang dihubungkan paralel sama dengan satu sel surya.

$$U_{TOTAL} = U_1 = U_2 = U_3 = U_n$$

Arus yang timbul dari hubungan ini langsung dijumlahkan.

$$I_{TOTAL} = I_1 + I_2 + I_3 + I_n$$

Charge controller


Charge control atau charge regulator merupakan komponen penting pada rangkaian solar cell, dimana charge control mempunyai fungsi utama yakni menjaga atau mengamankan komponen penting pada rangkaian solar cell yaitu Baterai.

Umumnya solar cell yang tegangan 12 volt mempunyai tegangan output 16-21 volt, sehingga apabila tidak menggunakan Charge Control maka baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan yang dikeluarkan oleh solar cell. dan baterai 12 volt di charge pada tegangan 14 -14.7 volt



Fungsi detail dari charge control adalah sebagai berikut :

- Mengatur arus untuk pengisian ke baterai , menghindari overcharging, dan overvoltage.

	LABORATORIUM KONVERSI ENERGI JURUSAN TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	
	JOB SHEET PRAKTIKUM SOLAR CELL	
	JOB SHEET 1	SOLAR CELL

- mengatur arus yang diambil dari baterai agar baterai agar tidak full discharge dan overloading.
- memonitor temperatur dan suhu baterai.

hal yang perlu diperhatikan saat akan menggunakan charge control yakni:


- tegangan atau voltage 12 Volt DC / 24 Volt DC
- Kemampuan arus dari charge control misalnya : 10 ampere, 20 ampere, dsb.
- full charge dan low voltage cut.

Solar Charge Controller biasanya terdiri dari: 1 input yang terhubung dengan output solar cell, 1 output yang terhubung dengan baterai atau aki dan output yang terhubung dengan beban (load) dc. arus listrik dc baterai tidak mungkin masuk ke solar cell karena biasanya sudah terpasang "diode protection" yang berfungsi melewatkan arus solar cell ke baterai bukan sebaliknya.

BATERAI

Baterai merupakan peralatan penting pada suatu Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Baterai menyimpan energi listrik yang diterimanya pada siang hari dan akan dikeluarkan pada malam hari untuk melayani beban (terutama untuk penerangan). Disamping itu baterai juga berfungsi menyediakan daya kepada beban waktu tidak ada cahaya matahari dan harus pula meratakan perubahan – perubahan yang terjadi pada beban.

Banyak tipe baterai yang beredar dipasaran dengan memiliki kelebihan dan kekurangannya. Baterai biasanya diklasifikasikan terhadap dua tipe, yaitu:

	LABORATORIUM KONVERSI ENERGI JURUSAN TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	
	JOB SHEET PRAKTIKUM SOLAR CELL	
	JOB SHEET 1	SOLAR CELL




- **Baterai Primer (*primary batteries*)**

Jenis ini disebut juga baterai sekali pakai (single-use-battery) yang berarti setelah habis arus listrik baterai tersebut harus dibuang ditempat semestinya. berikut adalah macam-macam baterai primer: **Heavy Duty**, atau carbon zinc (Zn-MnO₂) battery. ini merupakan baterai primer yang paling murah yang banyak digunakan dalam rumah tangga seperti pada jam dinding dan remote control. **Alkaline**, zinc-alkaline manganese dioxide battery. baterai jenis ini memiliki power yang lebih dan umur simpan yang lebih lama dari baterai Heavy Duty. **Lithium Cell**, Baterai Lithium memiliki kemampuan kinerja yang jauh lebih baik melampaui baterai elektrolit konvensional. Umur simpannya bisa lebih dari 10 tahun dan tetap bekerja dengan baik pada suhu yang sangat rendah . Baterai lithium umumnya sebesar uang koin saja, maksimal ukuran AA. Hal ini atas pertimbangan keselamatan dan keamanan saja jika digunakan masyarakat umum. Sebenarnya ada juga ukuran yang lebih besar namun penggunaannya hanya terbatas pada kepentingan militer saja.

- **Baterai sekunder (*secondary batteries*)**



Jenis ini disebut juga baterai yang dapat di-cas ulang (rechargeable batteries) jika telah habis arus listriknya.

	LABORATORIUM KONVERSI ENERGI JURUSAN TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI JAKARTA	
	JOB SHEET PRAKTIKUM SOLAR CELL	
	JOB SHEET 1	SOLAR CELL

Sedangkan baterai sekunder terbagi lagi menjadi 2 jenis yakni baterai basah dan baterai kering. Baterai yang biasa digunakan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah baterai sekunder (baterai basah / kering), yaitu baterai yang dapat diisi dan dikosongkan berulang – ulang.

Jenis Baterai	Volt(V)	Penggunaan yang umum
Rechargeable Alkaline	1,5	CD/MD/MP3 players, mainan, game elektronik, camera, senter, remote control dan lampu listrik tenaga matahari
Ni-MH	1,2	Digital camera, mainan remote control
Ni-Cd	1,2	Alat pertukangan
Li-ion	3,6- 3,7	Notebook, PDAs, handphone, camcorder, digital camera
Lead-acid	12	Aki mobil, UPS, lampu tenaga surya, mobil golf, pelayaran.

Hal – hal yang perlu mendapat perhatian dari peralatan baterai ini adalah:

a) Kapasitas

Satuan kapasitas suatu baterai adalah ampere hour (Ah). Biasanya informasi ini terdapat pada label suatu baterai, misalnya suatu baterai dengan kapasitas 100 Ah akan penuh terisi dengan arus 1 ampere selamaseratus (100) jam.

b) Penerimaan arus pengisian yang kecil

Baterai harus dapat diisi dengan arus pengisian yang agak kecil (pada cuaca yang jelek sekalipun), sehingga tidak ada energi surya yang terbuang begitu saja.

c) Efisiensi Ah (η Ah)



Baterai menyimpan dengan jumlah ampere hour, dengan suatu efisiensi Ah (η Ah) dibawah 100 % (biasanya 90 %).

d) Efisiensi Wh (η Wh)

Efisiensi Wh (η Wh) adalah suatu perbandingan energi yang ada dan yang dapat dikeluarkan. Efisiensi Wh (η Wh) selalu lebih rendah dari efiseinsi Ah (η Ah) dan biasanya \pm 80 %.

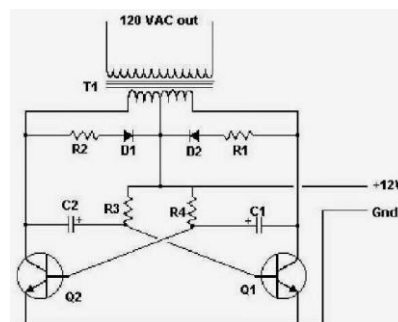
Hal – hal yang perlu mendapat perhatian dalam memilih suatu baterai adalah:

- Jenis baterai, gunakan jenis baterai untuk PLTS dengan kapasitas yang mampu memberikan *Depth of Discharge (DOD)*, yaitu kapasitas minimal yang boleh dikeluarkan (*discharge*) dari baterai. Umumnya diambil $DOD = 0,8$).
- Tegangan yang dipersyaratkan.

Jadwal waktu pengoperasian dan mampu memasok energi selama 3 – 4 hari.

- Kapasitas (Ah).
- Suhu pengoperasian.
- Ukuran, bobot dan umur baterai yang mampu mencapai 2 – 4 tahun.

INVERTER



Inverter adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (Direct Current) menjadi tegangan AC (Alternating Current). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus, gelombang kotak, dan sinus modifikasi. Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter



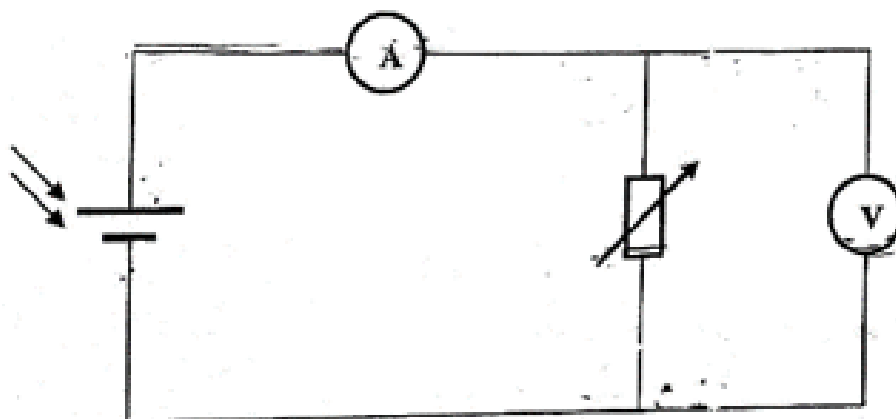
dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa step up transformer.

3. DAFTAR PERALATAN


No	Nama	Jumlah
1	sel photovoltaic	1 Set
2	Volt meter	1
3	Ampere meter	1
4	rheostat	1
5	solarimeter	1
6	Kabel penghubung	Secukupnya

4. LANGKAH KERJA

1. Menyusun rangkain seperti dibawah ini



2. Menempatkan sel surya di luar Lab Teknin Konversi Energi
3. Mengatur tahanan geser R_s hingga diperoleh arus dengan tegangan sel surya
4. Mencatat nilai tegangan yang terbaca pada volt meter

	LABORATORIUM KONVERSI ENERGI JURUSAN TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		
	JOB SHEET PRAKTIKUM SOLAR CELL		
	JOB SHEET 1	SOLAR CELL	200 MENIT

5. Mencatat nilai arus yang terbaca pada amperemeter
6. Mengulangi prosedur diatas dengan tempat dan intensitas yang berbeda
- 7.

Tabel Percobaan

No	Intensitas	Beban (Ohm)	Arus (Ampere)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)	Effisiensi (%)

5. TUGAS

1. Buatlah analisis dari percobaan tersebut
2. Buatlah grafik tegangan terhadap arus
3. Buatlah grafik beban terhadap daya
4. Buatlah grafik beban terhadap efisiensi