

# SUMBER ENERGI SOLAR CELL

Pertemuan 09: MK. Arsitektur Hijau Dasar

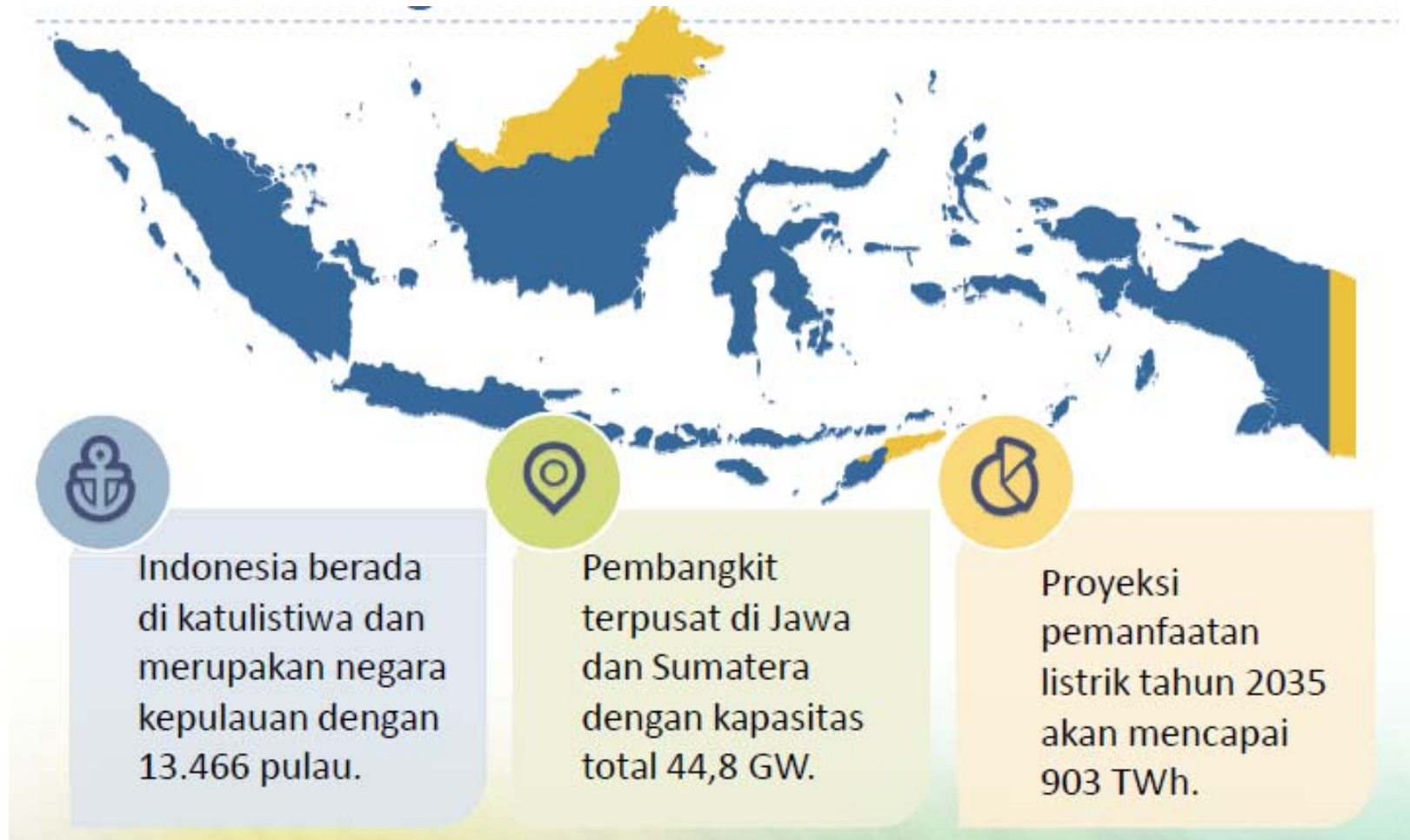


Baju Arie Wibawa, S.T., M.T.

# Tujuan instruksional

1. Menjelaskan pengertian sumber energi dari matahari
2. Menjelaskan proses kerja sistem pembangkit listrik dari panel surya
3. Menjelaskan kelebihan dan kelemahan pembangkit listrik panel surya
4. Menghitung kapasitas dan kebutuhan listrik panel surya
5. Menerapkan sistem panel surya pada bangunan arsitektur

# LATAR BELAKANG



# PERMASALAHAN KELISTRIKAN

Kondisi geografis kepulauan menyulitkan proses transmisi dan distribusi

Pembangkit listrik tidak tersebar merata di pulau-pulau besar



Pertumbuhan demand listrik yang lebih tinggi dibanding supply

Peningkatan harga bahan baku energi fosil dan ketersediaan yang makin menipis

## Data & Fakta

- ▶ Jumlah pulau: 13.466 pulau
- ▶ Jumlah penduduk 253,602,815 jiwa (64.693.806 keluarga)
- ▶ Kapasitas total pembangkit listrik: 44,8 GW
  - ▶ 73% Jawa-Bali
  - ▶ 18% Sumatera
  - ▶ 9% Lainnya
- ▶ Rasio Elektrifikasi:
  - ▶ 80,51% (versi DEN)
  - ▶ 76,56% (versi BPPT)

Sumber: Bakorsutanal (2013), BPPT (2014), BKKBN (2014), DEN (2014),

# RATIO KELISTRIKAN



# KEBIJAKAN DAN SOLUSI



## KEBIJAKAN

- Kepres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional
  - Energi terbarukan: panas bumi, mikrohidro, surya, angin, samudera, biomasa dan nuklir.
  - Target: >17% energi primer nasional.



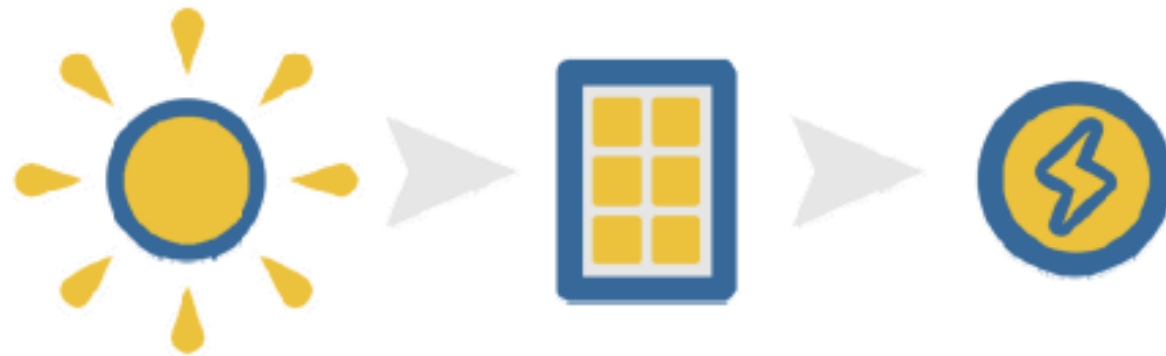
## SOLUSI

- Salah satu sumber paling menjanjikan: tenaga surya (PLTS)
  - Ramah lingkungan, tanpa polusi.
  - Melimpah sepanjang tahun.
  - Dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

## Kriteria Pembangkit

- ▶ Dapat dipasang di lokasi terpencil atau sulit diakses
- ▶ Karakter ukuran fleksibel sehingga memudahkan instalasi dan perawatan
- ▶ Bersifat modular sehingga dapat menyesuaikan kebutuhan
- ▶ Dapat dioperasikan secara otomatis atau menggunakan operator

# Pembangkit Listrik Tenaga Surya



Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah salah satu teknologi pembangkitan listrik yang menggunakan sel surya (Photovoltaic, PV) untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik.

# DI MANA BISA DIPASANG?

- ▶ Indonesia berada di garis khatulistiwa dengan matahari bersinar sepanjang tahun dan memiliki radiasi harian rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup>
- ▶ Sistem PLTS dapat dipasang dimana selama lokasi terkena langsung sinar matahari dan tidak terhalang oleh bayangan benda apapun.



**1**

# **PENGERTIAN DAN JENIS SOLAR ENERGI**

# SOLAR POWER

- Kita telah memanfaatkan Matahari untuk mengeringkan pakaian dan makanan semenjak beribu-ribu tahun yang lalu, sampai akhir akhir ini kita telah mampu memanfaatkannya sebagai pembangkit tenaga.
- Matahari berjarak 150 juta km dari bumi, dan sangat menakjubkan sekali mempunyai daya yang sangat dahsyat. Hanya sebagian kecil dari energi Matahari yang menyentuh Bumi tapi sangat melebihi dari cukup semua kebutuhan daya untuk waktu yang panjang dimasa depan.
- Sesungguhnya setiap waktu, sangat cukup energi yang sampai ke bumi untuk memenuhi kebutuhan kita sepanjang masa jika kita dapat memanfaatkannya dengan bijak.

Tenaga surya yang diserap bumi adalah sebanyak 120 ribu terawatt.

Pada prinsipnya tenaga surya sebagai pembangkit listrik digunakan dua cara :

- Dengan produksi uap
- Dengan panel surya(solar cell)



# Pengertian Solar Energi

Solar energy adalah radiant energi dari matahari, yg dapat berubah ke bentuk energi yang lain seperti panas dan listrik.

Ada tiga tipe utama pembangkit solar listrik yaitu:

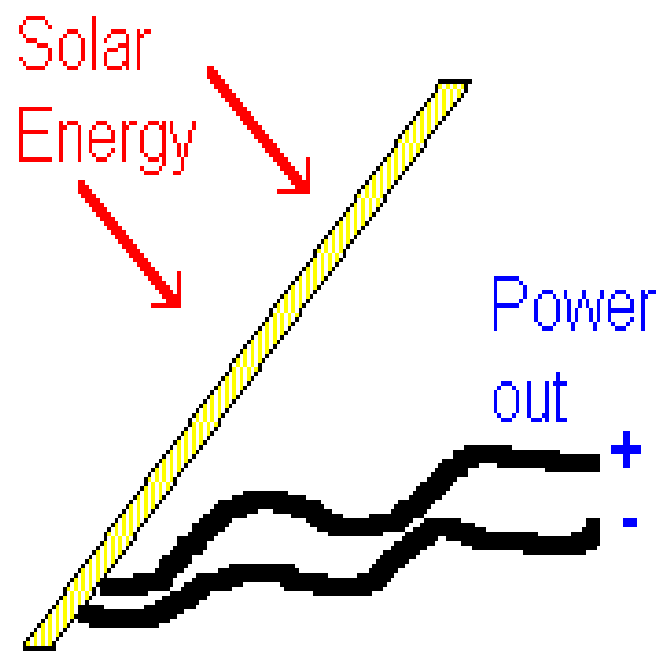
- photovoltaic cells,
- solar thermal plants,
- solar tungku .

# 1. SOLAR CELLS

1. **Solar Cells** (disebut juga dg "photovoltaic" atau "photoelectric" cells) yaitu alat untuk merubah cahaya langsung menjadi listrik. Pada saat cuaca cerah kita dapat memperoleh daya yang cukup untuk menghidupkan satu buah bola lampu 1000 W dari 1 m<sup>2</sup> solar panel.

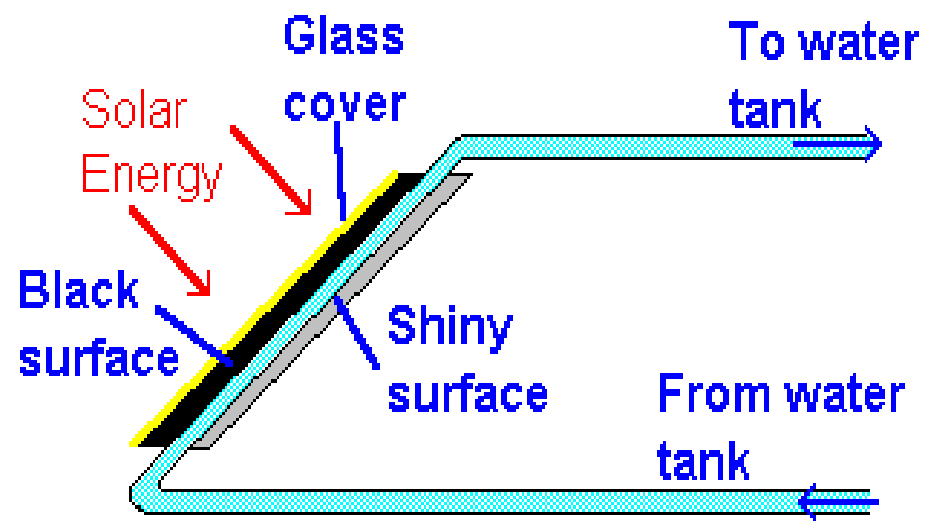
Alat ini pd awalnya dikembangkan dalam rangka untuk menyediakan kebutuhan listrik untuk satelit.

Sekarang kebanyakan kalkulator sudah menggunakan Solar cells sebagai sumber dayanya.



## 2. Solar water heating,

- Dimana panas dari Matahari digunakan untuk memanaskan air dalam gelas panel diatas atap rumah. Ini berarti kita tidak lagi menggunakan banyak gas atau listrik utk memanaskan air kebutuhan rumah tangga.
- Air dipompakan melalui pipa pipa dalam suatu panel. Pipa di cat dengan cat hitam sehingga dapat menyerap panas bila cahaya matahari mengenainya. Cara ini akan membantu kita membuat sistem pemanasan sentral.



### 3. Solar Furnaces .

- Solar Tungku menggunakan luasan yang sangat luas dari susunan kaca untuk mengumpulkan energi cahaya matahari kedalam ruangan yang sempit sebagai fokusnya dan menghasilkan temperatur yang sangat tinggi.
- Di Odellio, Perancis terdapat satu Solar Tungku ini sebagai tempat eksperimen ilmiah yang dapat mencapai temperatur 33.000 ° C



**2**

## **SEJARAH DAN KEUNTUNGAN SOLAR CELL**

# Kelebihan PLTS

- Energi yang terbarukan/ tidak pernah habis
- Bersih, ramah lingkungan
- Umur panel sel surya panjang/ investasi jangka panjang
- Praktis, tidak memerlukan perawatan
- Sangat cocok untuk daerah tropis seperti Indonesia

# Kerugian PLTS

- Memiliki ketergantungan pada cuaca. Saat mendung kemampuan panel surya menangkap sinar matahari tentu akan berkurang. Akibatnya, PLTS tidak bisa digunakan secara optimal. Karena saat mendung kemampuan PLTS menyimpan energi berkurang sekitar 30%.
- Harga modul surya (skala kecil) masih mahal sehingga biaya pembangkitan yang dihasilkan juga mahal. Yaitu mencapai Rp. 11 milyar per MW. Jika PLTS nanti kapasitasnya 30 MW, berarti biaya yang dibutuhkan Rp 330 Milyar.
- Teknologi PLTS dikhawatirkan menjadi sumber pencemar udara baru.
- Memerlukan area yang luas untuk pemasangan modul surya untuk mendapatkan daya keluaran yang tinggi.

# SEJARAH PERKEMBANGAN

- Pada sekitar akhir abad 19, aliran listrik surya diketemukan oleh ahli fisika Jerman bernama **Alexandre Edmond Becquerel** secara kebetulan dimana berkas sinar matahari jatuh pada larutan elektro kimia bahan penelitian, sehingga muatan elektron pada larutan meningkat.
- Baru pada awal abad 20, **Albert Einstein** menamakan penemuan peristiwa listrik alami ini dengan sebutan "Photoelectric Effect", yang kemudian merupakan pengertian dasar pada "Photovoltaic Effect" (Albert Einstein mendapat Nobel Prize Fisika)
- Kemudian sekitar tahun 1930, penelitian berlanjut dan berhubungan dengan penemuan konsep "Quantum Mechanics" untuk menciptakan teknologi baru "solid-state".

- Tahun 1950 - 1960, teknologi disain dan efisiensi Sel Surya terus berlanjut dan di aplikasikan ke pesawat ruang angkasa.
- Tahun 1970 an, dunia menggalkan sumber energi alternatif yang “renewable” dan ramah lingkungan, maka Photovoltaic mulai diaplikasikan ke “low power warning systems” dan “offshore buoys” (tetapi produksi PV tidak dapat banyak karena masih “handmade”).
- Baru pada tahun 1980 an, perusahaan PV bergabung dengan instansi energi pemerintah agar dapat lebih memproduksi PV sel dalam jumlah besar, sehingga harga per sel-surya dapat lebih ditekan serendah mungkin.

# SEJARAH PLTS di Indonesia

- Di Indonesia sejarah perkembangan PLTS sudah dimulai sejak 1987 pada awal itu, BPPT dimulai dengan pemasangan 80 unit PLTS (Solar Home System, system pembangkit listrik, tenaga tata surya untuk lampu penerang rumah) di desa sukatan jawa barat.
- Setelah itu pada tahun 1991 dilanjutkan dengan proyek bantuan presiden (banpres listrik tenaga surya masuk desa) untuk pemasangan 13445 unit SHS di 15 propinsi.
- Program banpres listrik tenaga surya masuk desa juga telah memperoleh sambutan sangat menggembirakan dari masyarakat perdesaan dan telah terbukti dapat berjalan dengan baik akan dijadikan model guna implementasi program listrik tenaga surya untuk sejuta rumah.

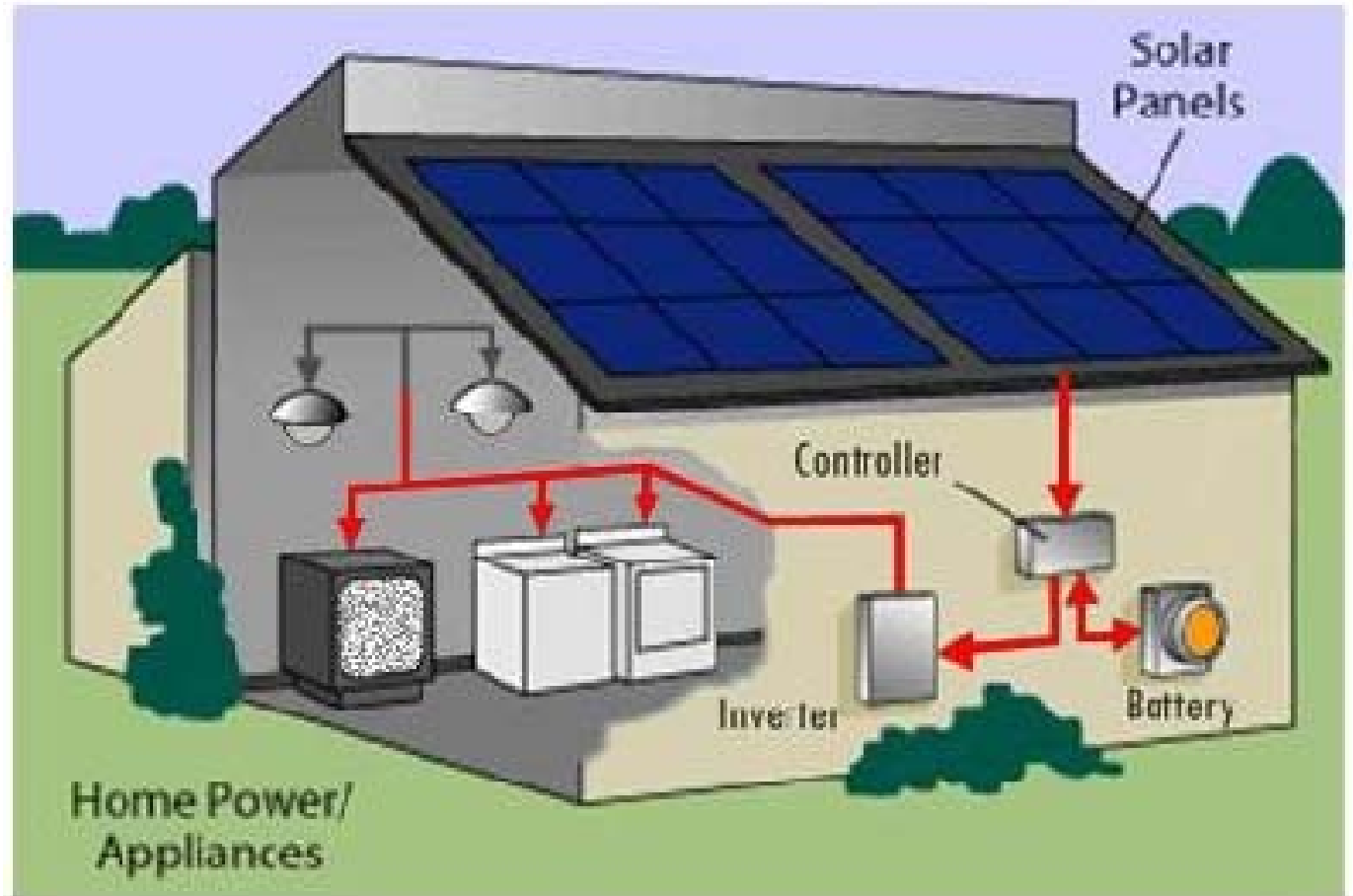
3

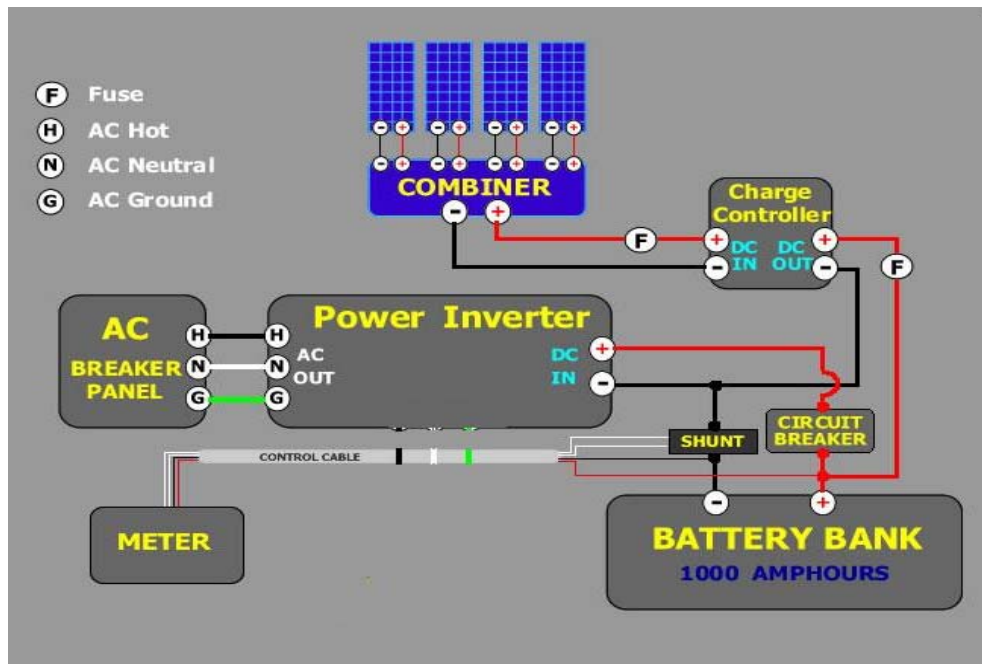
## KOMPONEN PANEL SURYA

# Komponen PLTS

Komponen Pembangkit Listrik  
Tenaga Surya

1. Solar panel
2. Charge controller
3. Inverter
4. Battery



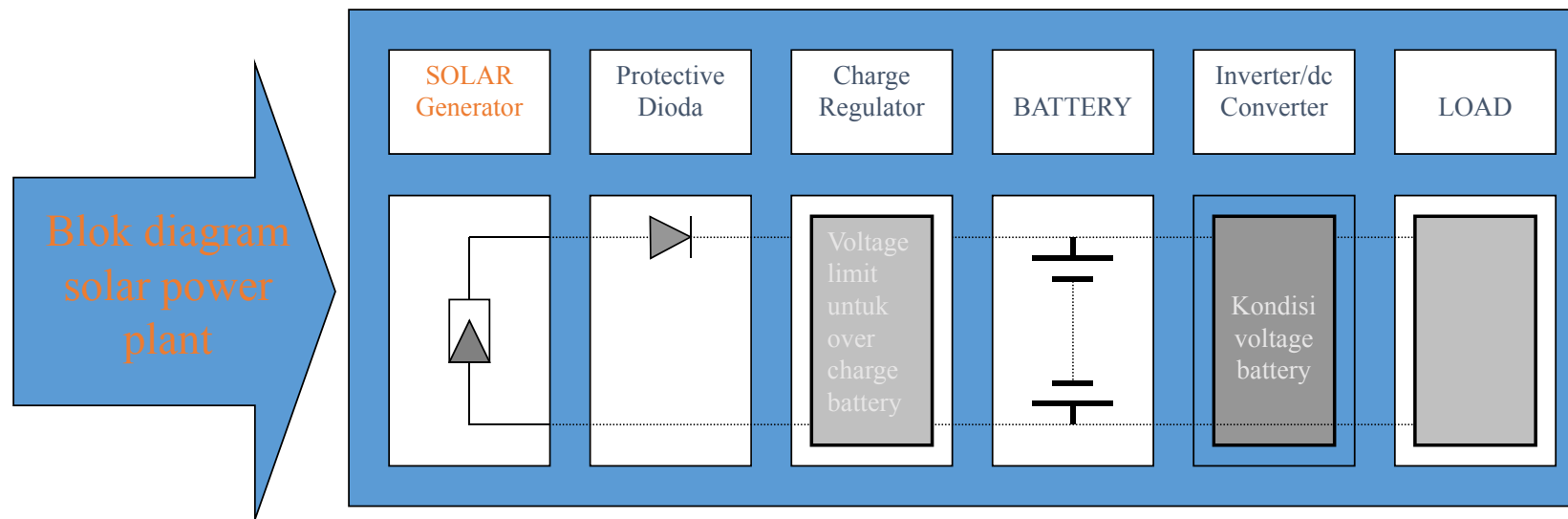


1. **Solar panel**, mengkonversikan tenaga matahari menjadi listrik. Sel silikon (disebut juga solar cells) yang disinari matahari/ surya, membuat photon yang menghasilkan arus listrik. Sebuah solar cells menghasilkan kurang lebih tegangan 0.5 Volt. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel (untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum).

2. **Charge Controller**, digunakan untuk mengatur pengaturan pengisian baterai. Tegangan maksimum yang dihasilkan solar cells panel pada hari yang terik akan menghasilkan tegangan tinggi yang dapat merusak baterai.
3. **Inverter**, adalah perangkat elektrik yang mengkonversikan tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak balik (AC).
4. **Baterai**, adalah perangkat kimia untuk menyimpan tenaga listrik dari tenaga surya. Tanpa baterai, energi surya hanya dapat digunakan pada saat ada sinar matahari.

# KOMPONEN UTAMA SOLAR POWER SUPPLY

1. Solar modul terdiri dari rangkaian series/paralel sel cristal silicon hubungan P-N. Akibat proses penyinaran oleh cahaya/penerangan akan dihasilkan elektron dan hole, selanjutnya membangkitkan perbedaan tegangan pada sel, bila pada sel tersebut diberikan suatu rangkaian tertutup maka arus akan mengalir.
2. Charger regulator adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mengatur arus pengisian/ pengosongan battery secara otomatis.
3. Battery adalah perangkat / alat sumber tenaga yang dapat menghasilkan tenaga / energi berdasarkan reaksi kimia.
4. Inverter adalah perangkat elektronik daya yang mengubah daya arus searah (DC) menjadi daya arus bolak balik (AC).



# 1. PANEL SURYA

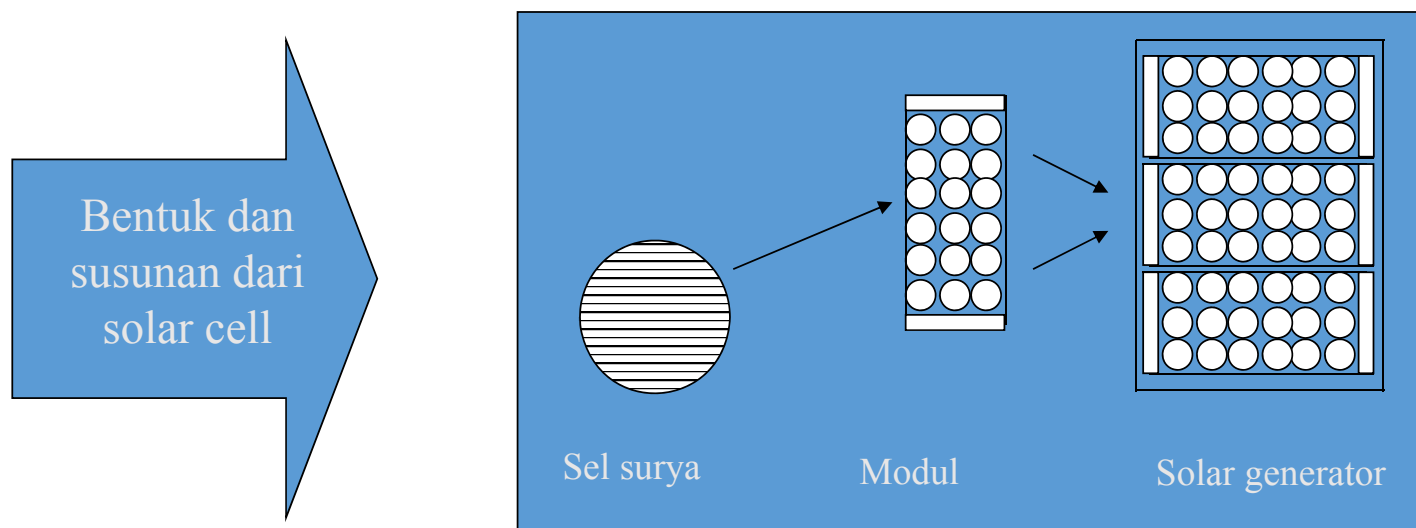
Berfungsi merubah cahaya matahari menjadi listrik. Bentuk pipih dari panel surya memberikan kemudahan pemenuhan kebutuhan listrik untuk berbagai skala kebutuhan.

Jenis-jenis panel surya:

- Polikristal
- Monokristal
- Compound
- Amorphous



- Solar cell berfungsi sebagai pembangkit listrik dan merupakan suatu elemen aktif yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik.
- Sel surya yang pada umumnya mempunyai ketebalan minimum 0.3 mm terbuat dari irisan bahan semi konduktor dengan kutup positif dan negatif, dimana prinsip kerjanya dengan memanfaatkan efek foto voltaik (efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik, prinsip ini ditemukan oleh Bacquerel berkebangsaan Perancis pada tahun 1839).



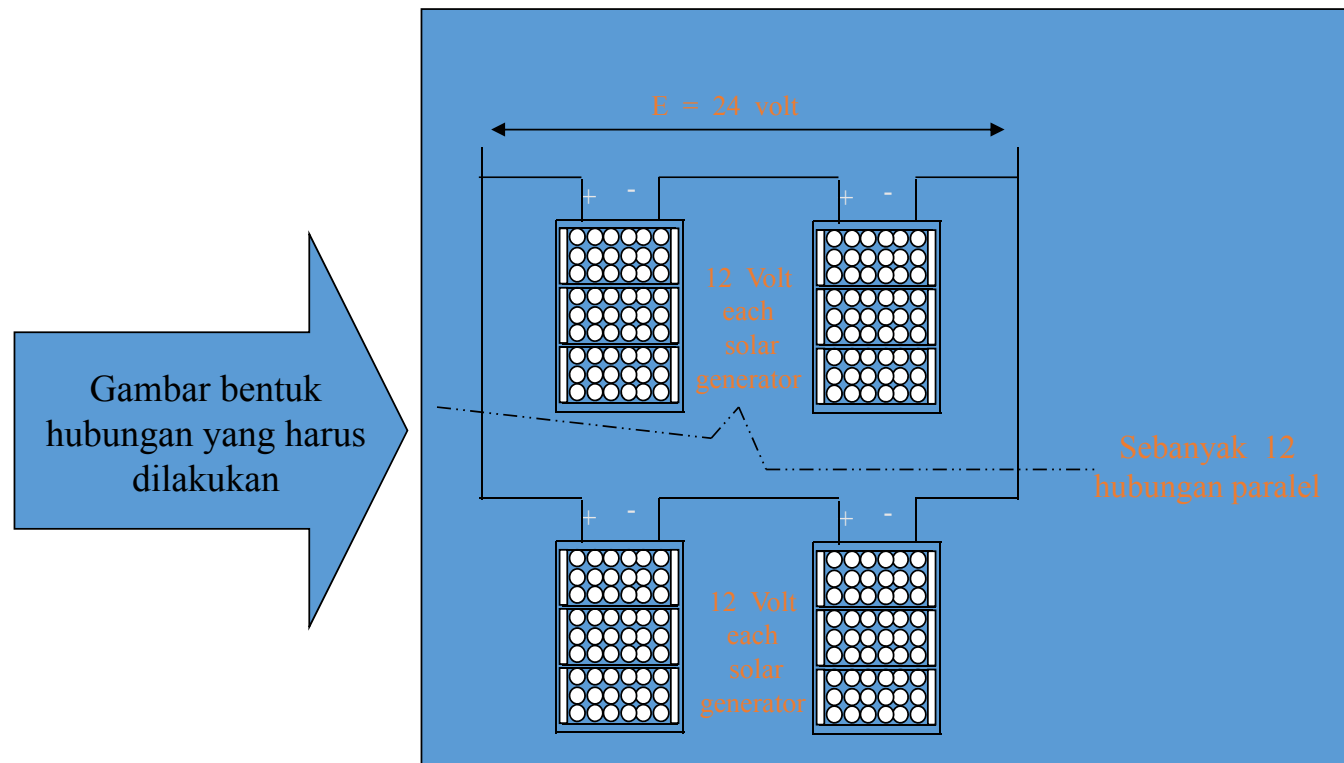
# modul cell surya

Kebutuhan daya dc adalah :  $200 / 0.62 = 322.58$  watt

Kebutuhan arus listrik per hari adalah :  $322.58 / 24 \times 12 = 161.29$  A

Jadi kebutuhan solar modul adalah :  $161.29 / 13.48 \times 2 = 23.9$

Dibulatkan menjadi **24 modul**



## 2. CHARGER CONTROLLER



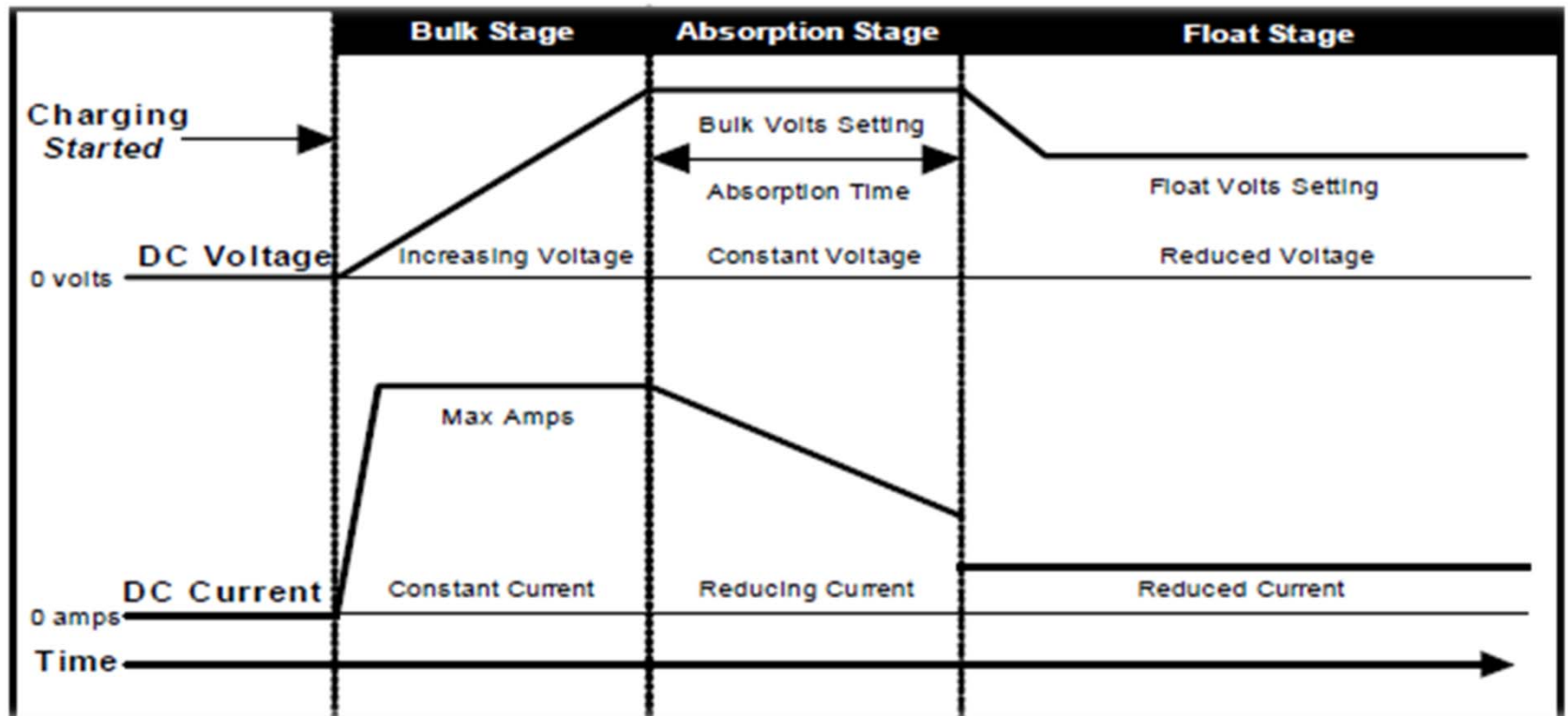
Berfungsi mengatur aliran listrik dari panel surya ke batre /ACCU dan aliran listrik dari baterai / ACCU ke lampu, TV atau radio.

Juga berfungsi melindungi dari konsleting atau pengiriman muatan arus berlebih ke input terminal.

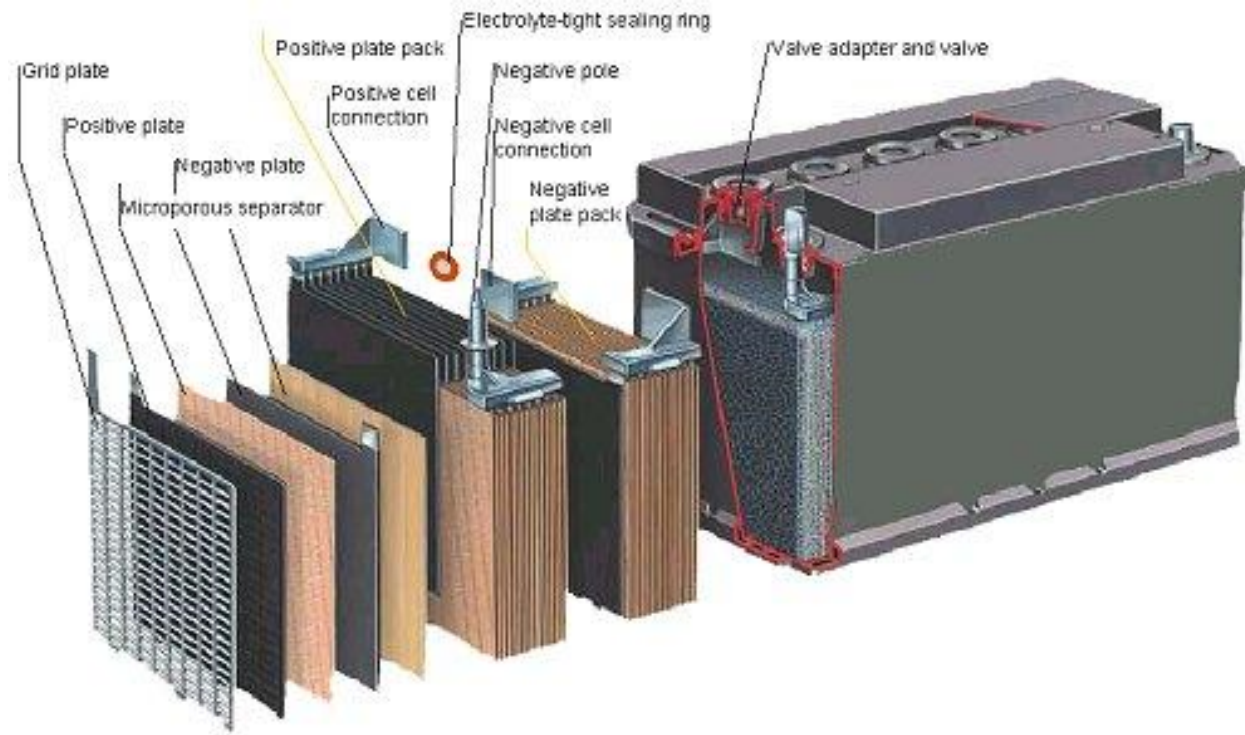
Fungsi sharge controller:

- [Charging mode](#) (mengontrol waktu mulai pengisian dan penghentian pengisian)
- Operation mode (mengontrol waktu penggunaan daya hidup dan mati)

- Dalam charging mode, umumnya baterai di charging dengan cara tiga tahap pengisian (charging):
  - Fase bulk
  - Fase absorbtion
  - Fase flloat



### 3. BATERAI



Berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Beban dapat berupa lampu penerangan dan alat elektronik lainnya yang membutuhkan listrik. Ada beberapa jenis baterai / aki di pasaran yaitu:

- Aki basah/ Konvensional
- Aki kering (maintenance free)

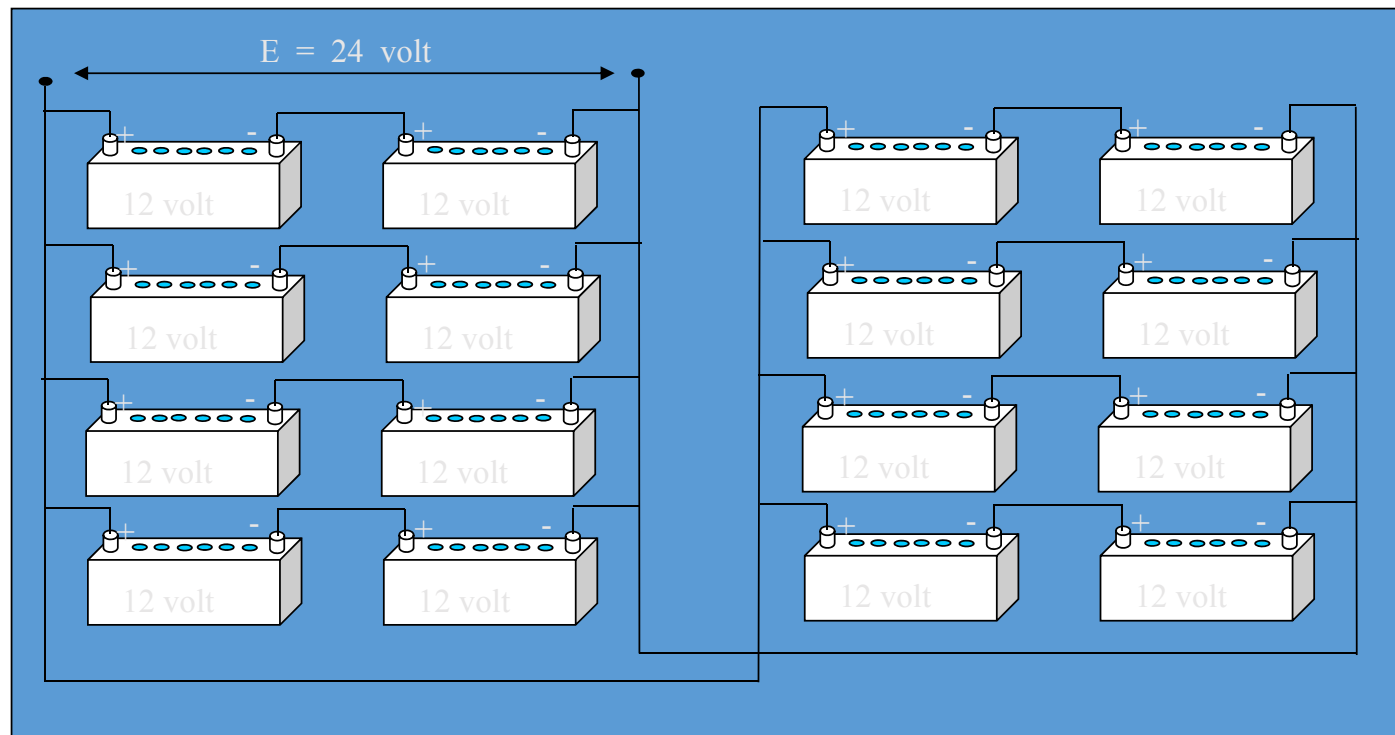
# battery

Kebutuhan daya selama 4 hari adalah :  $161.29 \times 4 = 645.16 \text{ A}$

Efisiensi battery 70 % total kapasitas battery menjadi :  $921.65 \text{ A}$

Jadi kebutuhan battery adalah :  $921.65 / 120 = 7.68$

Dibulatkan menjadi 8 buah, karena tegangan battery 12 volt  
maka jumlah battery adalah : **16 buah**



## 4. INVERTER

Inverter merupakan alat untuk mengubah tegangan DC menjadi AC sesuai voltase kerja alat yang akan dipakai.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan [inverter](#):



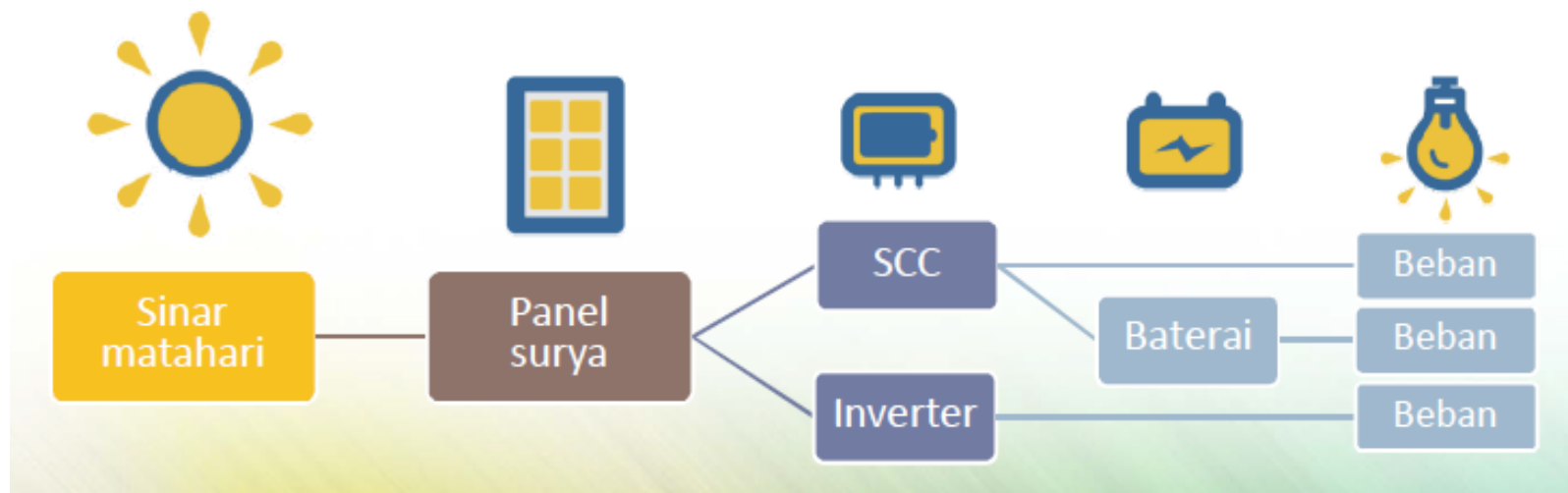
- Kapasitas beban dalam Watt, usahakan memilih [inverter](#) yang beban kerjanya mendekati dgn beban yang hendak kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal
- Input DC 12 Volt atau 24 Volt

**4**

**CARA KERJA PANEL SURYA**

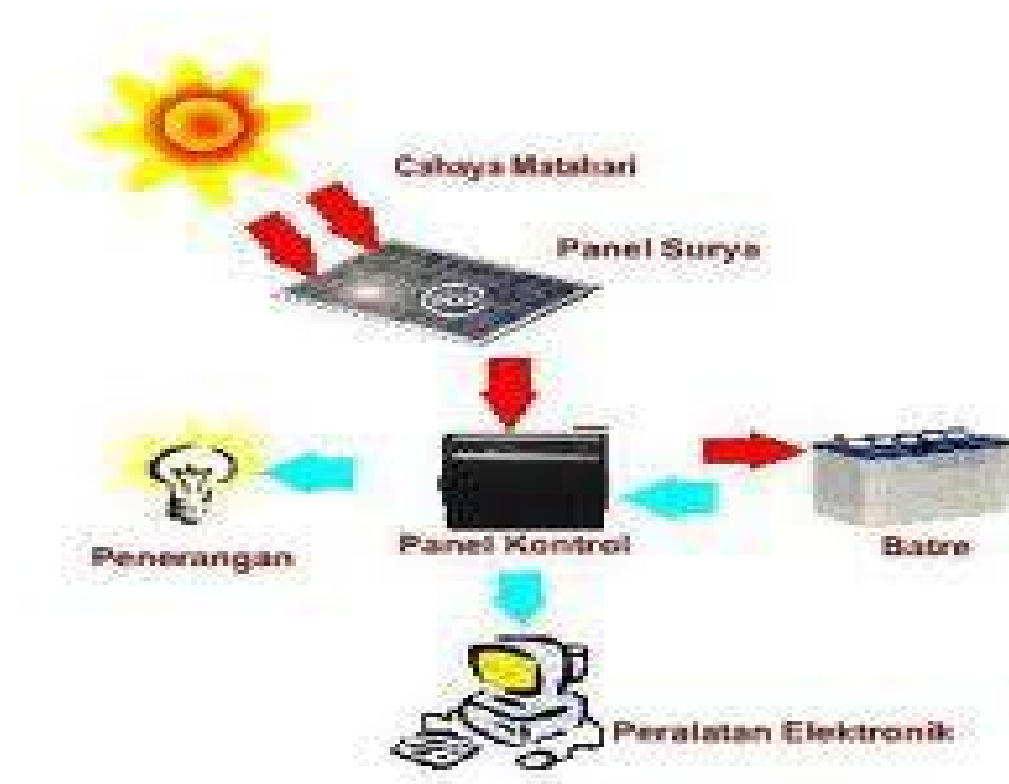
# CARA KERJA

- ▶ Panel surya mengubah sinar matahari menjadi listrik DC
- ▶ Solar Charge Controller (SCC) mengatur listrik DC untuk disimpan di baterai
- ▶ Baterai memiliki sejumlah kapasitas daya untuk menghidupkan beban (terutama di waktu malam)
- ▶ Inverter mengubah listrik DC menjadi AC
- ▶ Beban dapat berupa listrik DC, maupun listrik AC

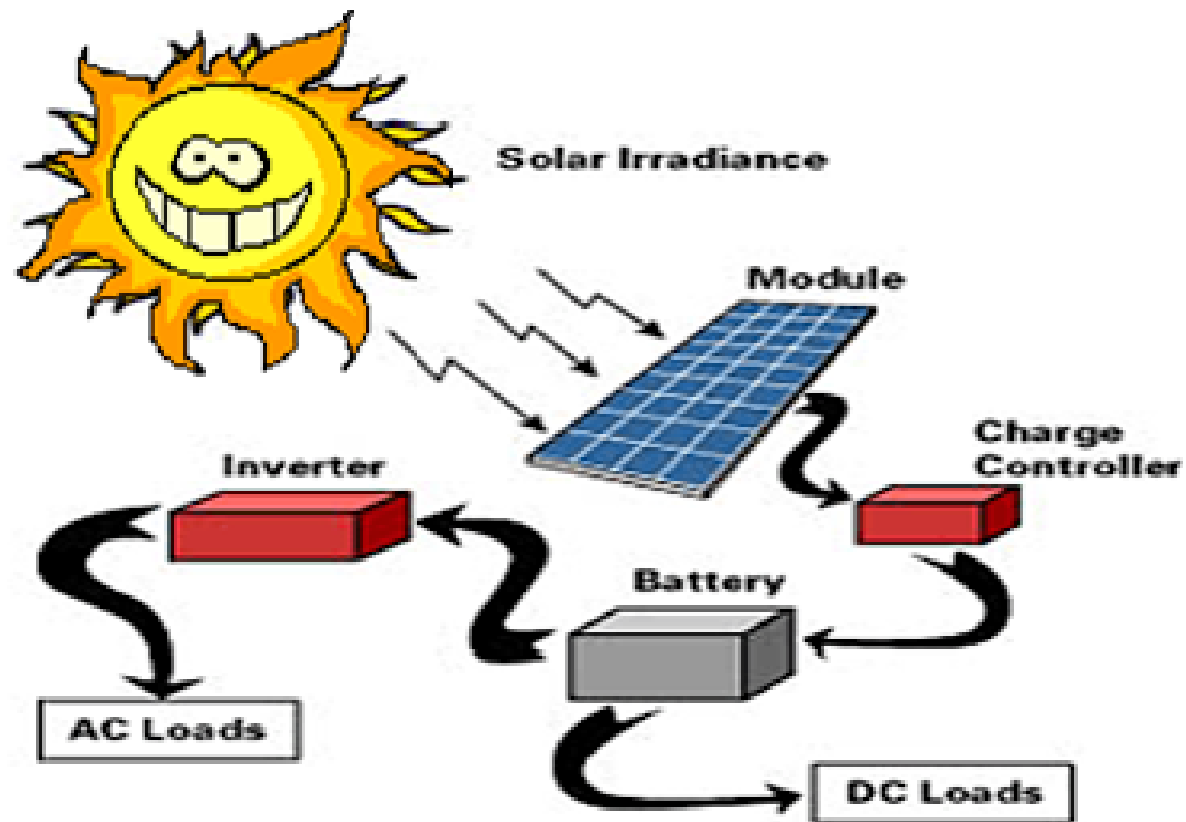


- Pada siang hari panel surya menerima cahaya (sinar) matahari yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh sel-sel kristal melalui proses photovoltaic.
- Listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat langsung disalurkan ke beban ataupun disimpan dalam baterai ACCU, sebelum disalurkan ke beban (lampu, radio, TV, dll).
- Pada malam hari, dimana panel surya tidak menghasilkan listrik. Listrik yang sudah terkumpul (tersimpan) dalam baterai ACCU akan dapat digunakan. Untuk menyalakan peralatan listrik terutama lampu penerangan dll.

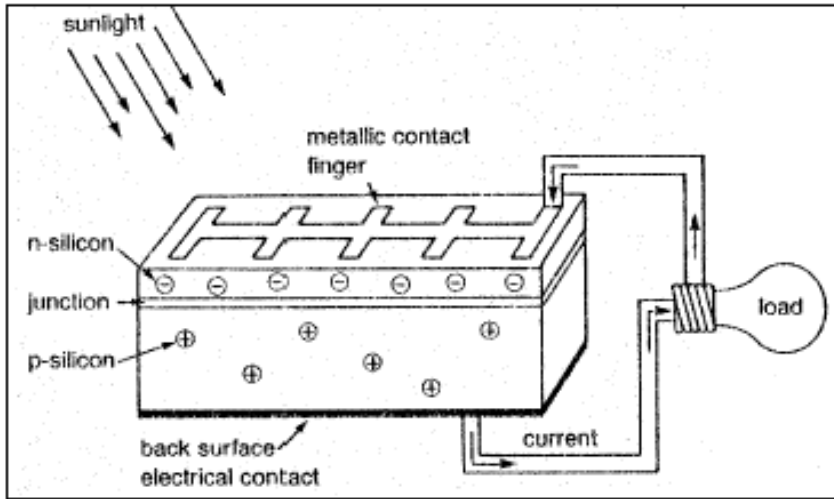
# Skema PLTS



# Skema Sistem Tenaga Surya Sederhana



# Dasar Sel Surya



Sumber : Steven J.Strong, *The Solar Electric House*, p.18

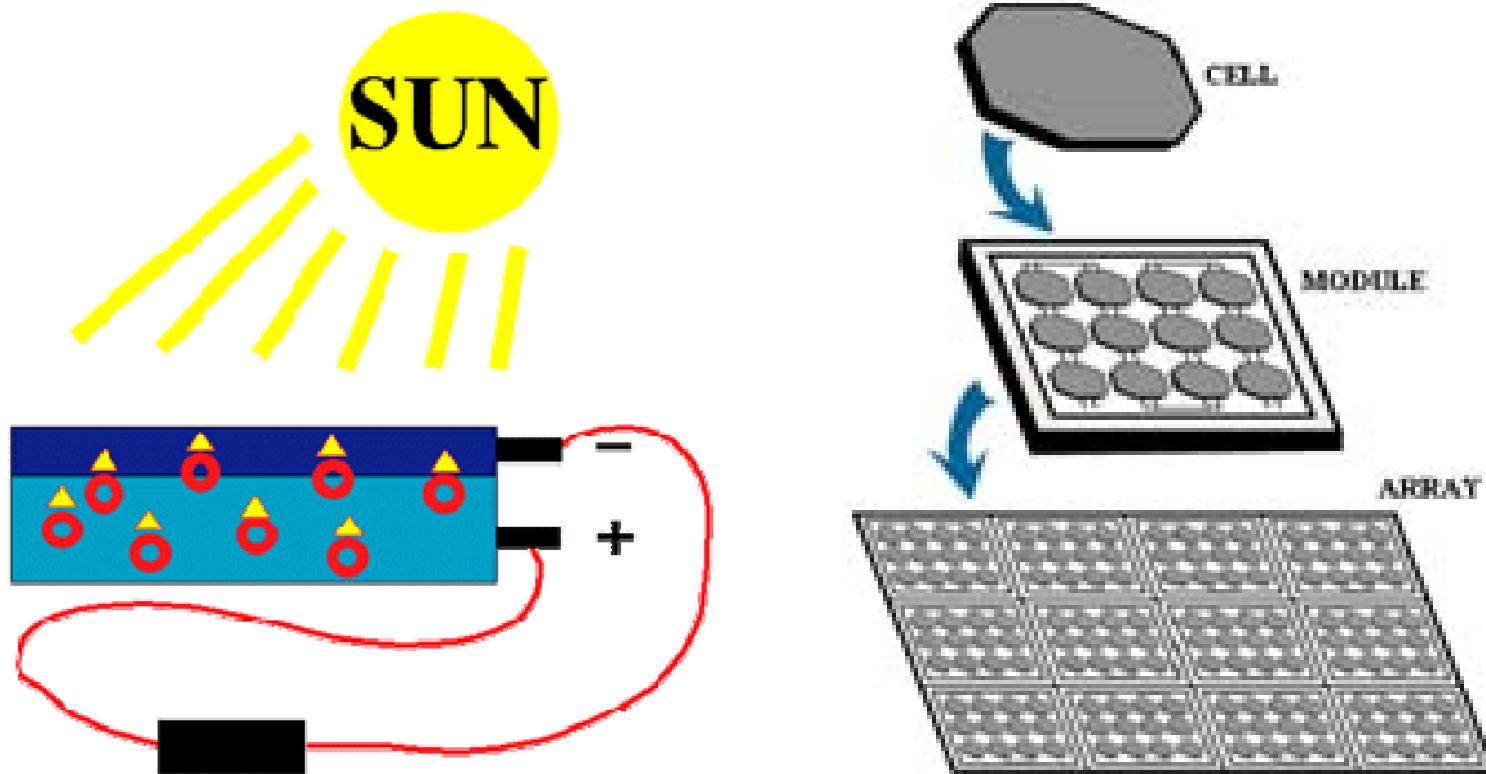
**Gambar 1. Diagram dari sebuah potongan Sel Surya (PV sel)**

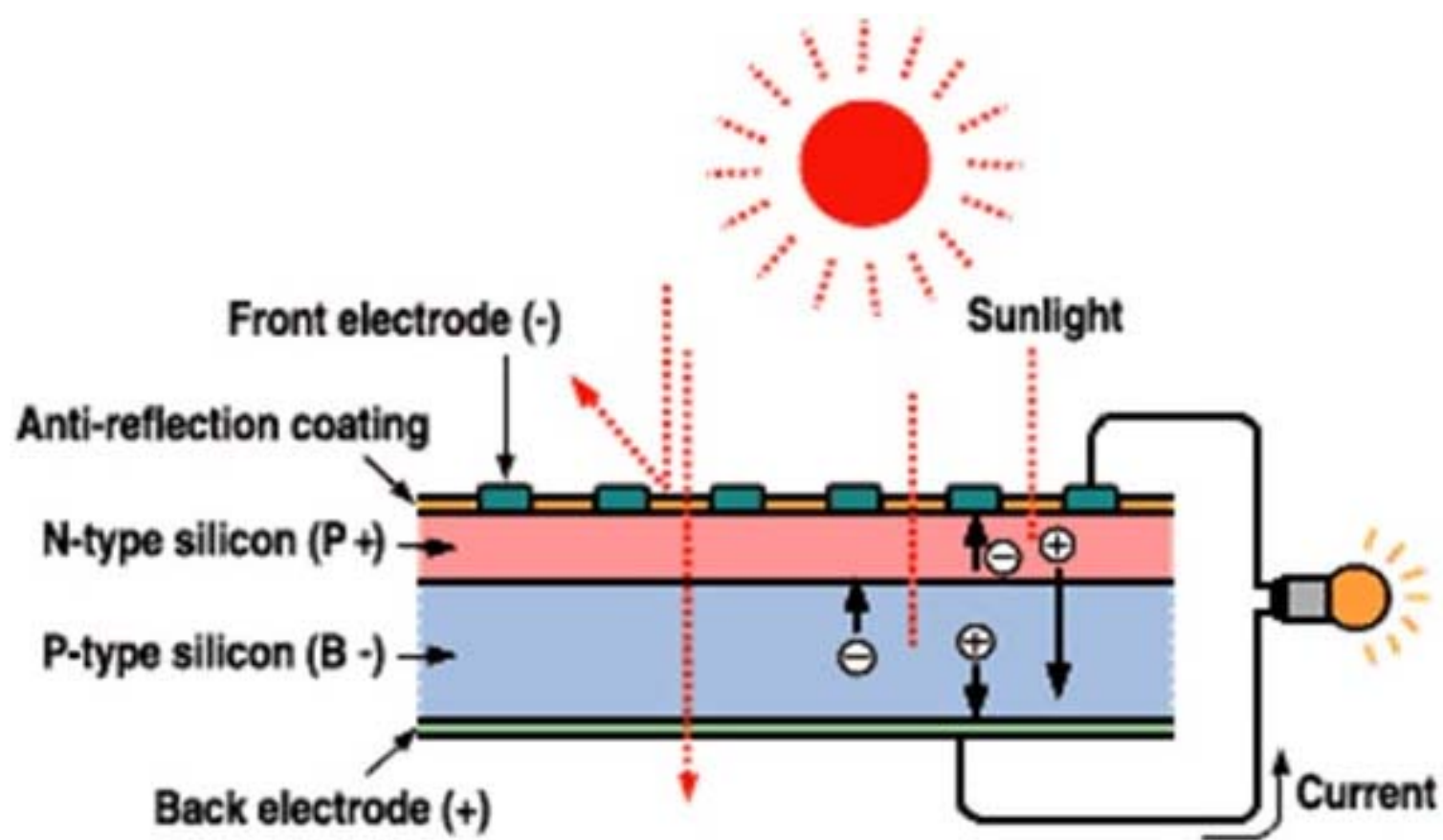
Sel Surya diproduksi dari bahan semikonduktor yaitu silikon yang berperan sebagai insulator pada temperatur rendah dan sebagai konduktor bila ada energi dan panas.

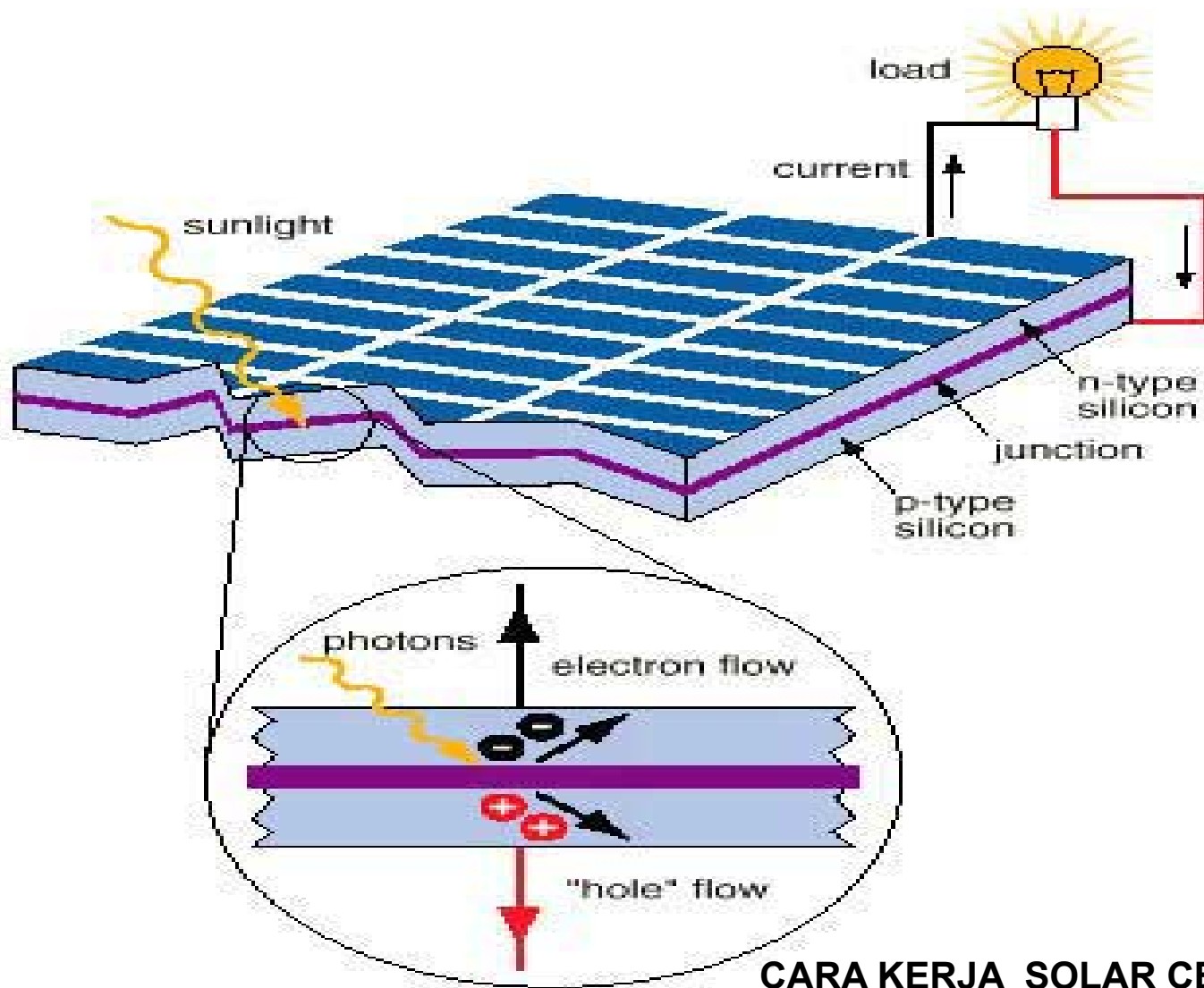
Sebuah Silikon Sel Surya adalah sebuah diode yang terbentuk dari lapisan atas silikon tipe n (silicon doping of "phosphorous"), dan lapisan bawah silikon tipe p (silicon doping of "boron").

Elektron-elektron bebas terbentuk dari milion photon atau benturan atom pada lapisan penghubung (junction= 0.2-0.5 micron) menyebabkan terjadinya aliran listrik.

## SEL SURYA ( PHOTOVOLTAIC )



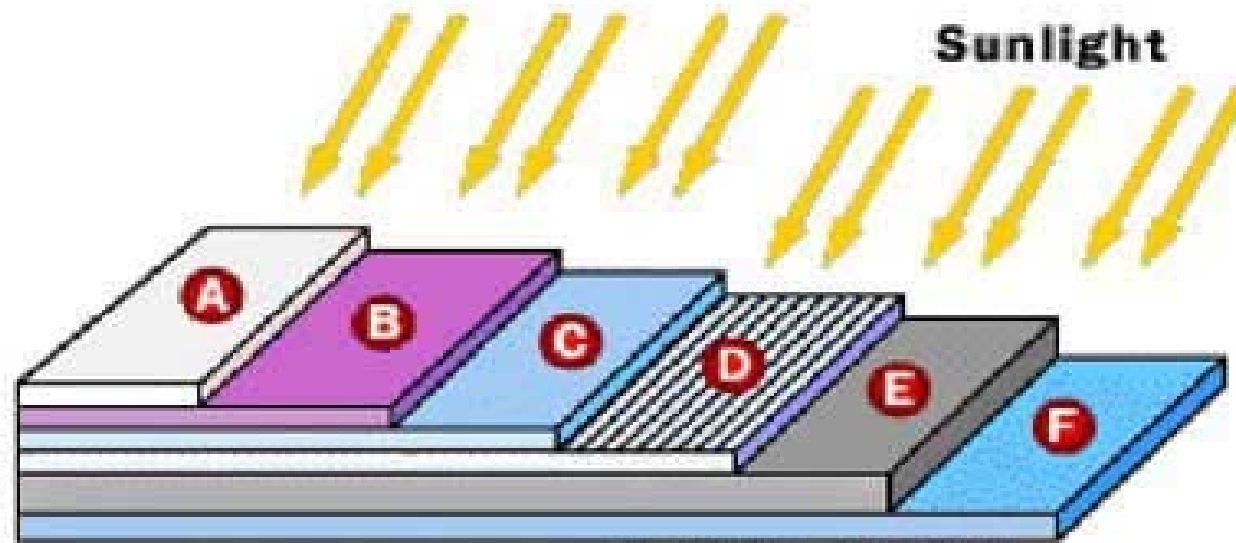




**CARA KERJA SOLAR CELL**

- A** Cover glass
- B** Antireflective coating
- C** Contact grid

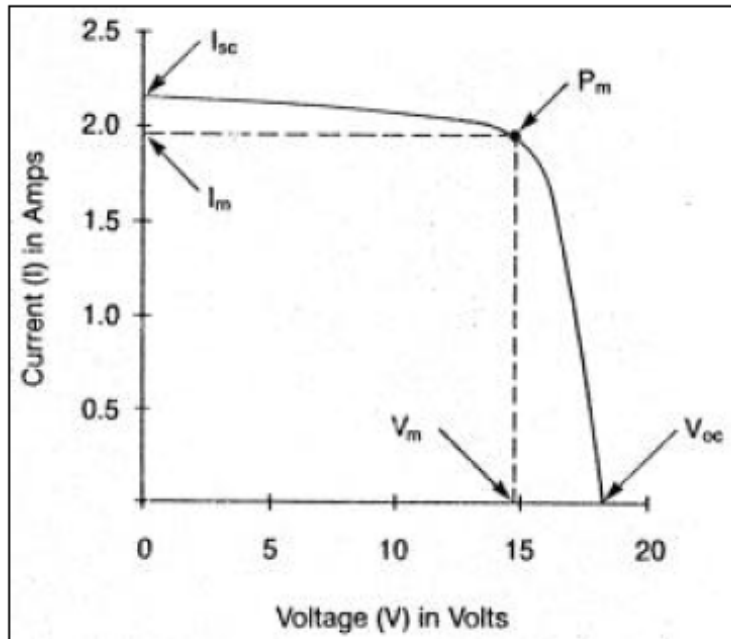
- D** N-type Si
- E** P-type Si
- F** Back contact



©2000 How Stuff Works

## KONSTRUKSI SOLAR CELL

# Grafik I-V



Sumber: Strong, Steven J, The Solar Electric House, p.58

Gambar 2. Grafik I-V Curve

$I_{sc}$  = short-circuit current,  $V_{sc}$  = open-circuit voltage,  $V_m$  = voltage maximum power,  $I_m$  = current maximum power,  $P_m$  = Power maximum-output dari PV array (watt)

- Pada grafik I-V gambar 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.

# PARAMETER PENTING PADA SEL SURYA

1. Tegangan beban nol ( $U_O$ ) diukur pada kondisi tak berbeban dan tidak dipengaruhi oleh penyinaran.
2. Arus hubung singkat ( $I_k$ ) diukur saat sel dihubung singkat. Arus hubung singkat berbanding lurus dengan kuat penyinaran.
3. Titik daya maksimum (MPP) diperoleh dari hasil arus dan tegangan yang dibuat pada setiap titik.

Titik ini dapat dicapai bilamana tahanan pemakai sama dengan tahanan sel surya ( $R_L = R_i$ ).

Hal ini dalam praktek selalu diusahakan, caranya yaitu dengan mengubah tegangan searah yang dihasilkan atau sering disebut dengan maksimum Power Tracker.





**5**

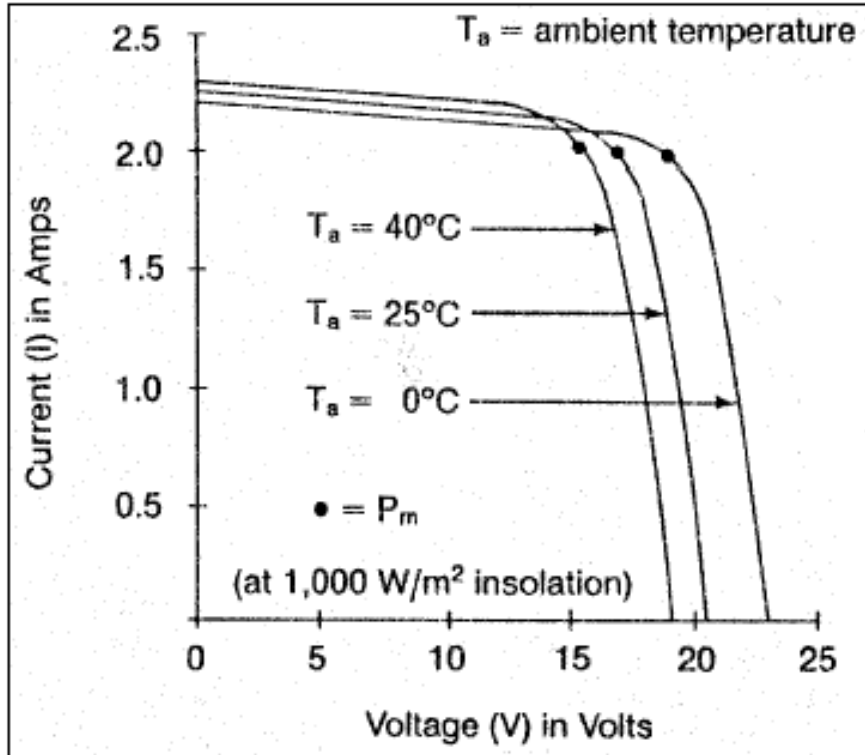
## **FAKTOR PENGARUH PANEL SURYA**

# Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sel Surya

Pengoperasian maximum Sel Surya sangat tergantung pada :

- a. ambient air temperature
- b. radiasi solar matahari (insolation)
- c. kecepatan angin bertiup
- d. keadaan atmosfir bumi
- e. orientasi panel atau array PV
- f. posisi letak sel surya (array) terhadap matahari (tilt angle )

## A. Ambient air temperature

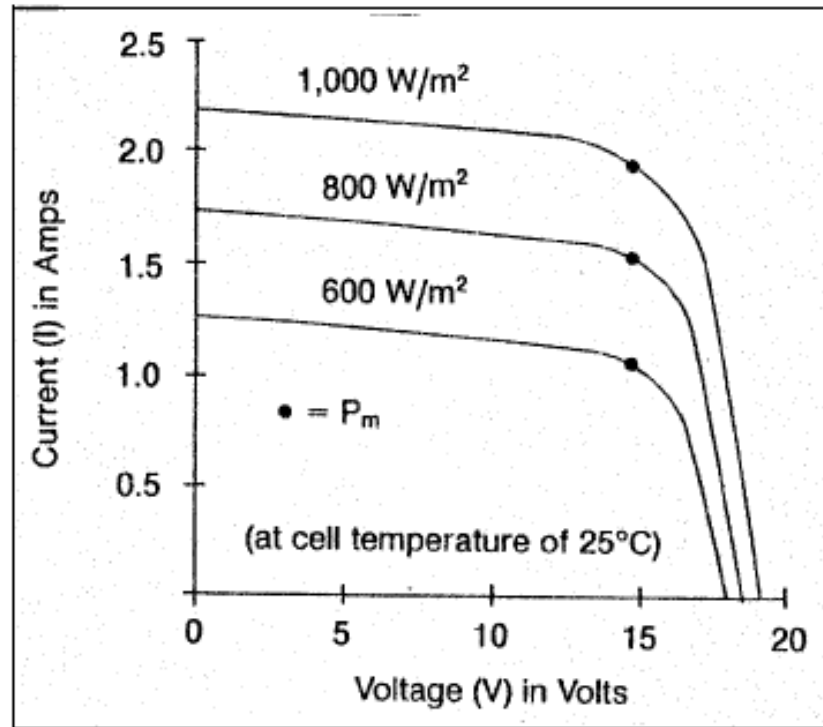


Sumber: Strong, Steven J, *The Solar Electric House*, p.58

Gambar 3. Effect of Cell Temperature on Voltage

- 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 ( $V_{oc}$ ).
- Setiap kenaikan temperatur Sel Surya 1 derajat celsius (dari 25 derajat) akan berkurang sekitar 0.4 % pada total tenaga yang dihasilkan atau akan melemah 2x lipat untuk kenaikan temperatur Sel per 10 derajat C.

## B. Radiasi Matahari



Sumber : Strong, Steven J, *The Solar Electric House*, p.58

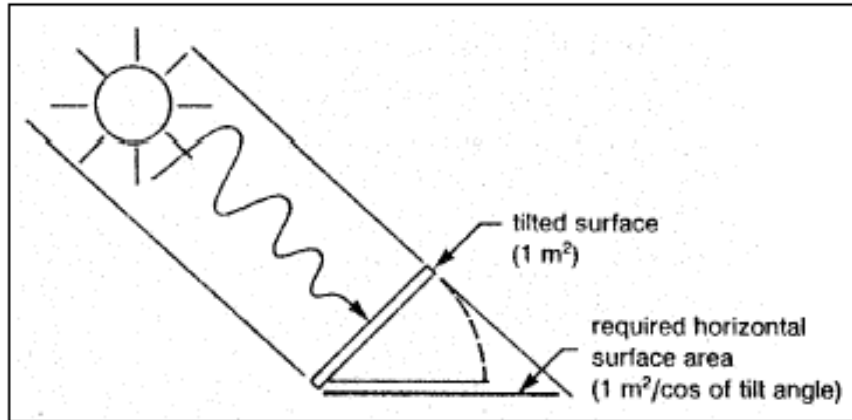
Gambar 4. Effect of Insolation Intensity on Current (I)

b. Radiasi 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.

c. Kecepatan tiup angin disekitar lokasi PV array dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca PV array.

d. 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.

## E. Orientasi



Sumber : Strong, Steven J, *The Solar Electric House*, p.66

Gambar 5. Extra Luasan Panel PV dalam posisi datar

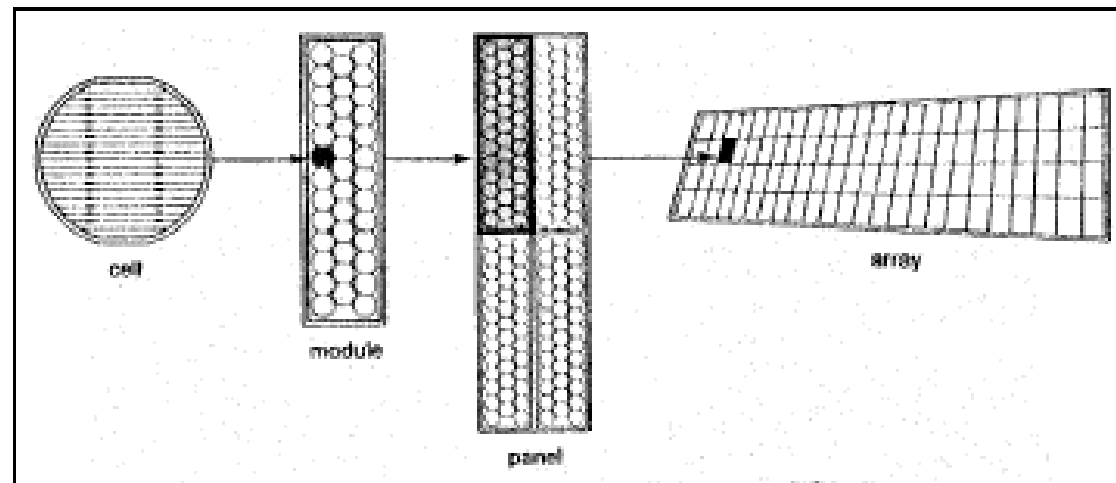
e. Orientasi dari rangkaian PV (array) ke arah matahari secara optimum adalah penting agar panel/deretan PV dapat menghasilkan energi maximum. Selain arah orientasi, sudut orientasi (tilt angle) dari panel/deretan PV juga sangat mempengaruhi hasil energi maximum (lihat penjelasan tilt angle).

f. 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  $1 \text{ kW/m}^2$ . Kalau tidak dapat mempertahankan ketegak lurusan 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).

# Photovoltaics (PV) Generator

Agar dapat memperoleh sejumlah voltage atau ampere yang dikehendaki, maka umumnya masing-masing sel surya dikaitkan satu sama lainnya baik secara hubungan "seri" ataupun secara "pararel" untuk membentuk suatu rangkaian PV yang lazim disebut "Modul".

Sebuah modul PV umumnya terdiri dari 36 sel surya atau 33 sel, dan 72 sel. Beberapa modul pv dihubungkan untuk membentuk satu rangkaian tertentu disebut "PV Panel" , sedangkan jika berderet-deret modul pv dihubungkan secara baris dan kolom disebut "PV Array".



Sumber: Steven J.Strong, *The Solar Electric House*, p.54

# Perhitungan Energi PV

- Berapa pemakaian energi untuk sebuah periode waktu?

Misal terdapat lampu TL 13 W, untuk menghitung energi digunakan pemakaian atas waktu yaitu dengan mengalikan konsumsi daya dengan jam pemakaian. 13W lampu, selama 2 jam, akan mengambil  $13 \times 2 = 26$  Wh dari battery.

-Berapa energi yang tersimpan dalam baterai?

Kapasitas baterai diukur dalam Amp Hours. Misal untuk baterai 17Ah, 12V, Watt jam berarti  $17 \times 12 = 204$ Wh. Ini berarti baterai dapat mensuplai 13 W lampu TL selama 15,69 jam, 204W untuk 1 jam, atau 102W untuk 2 hours.

-Berapa pembangkitan energi sebuah panel solar untuk sebuah periode waktu?

Rating pembangkitan daya sebuah solar diberikan dalam Watts (misal STP010, 10W). Untuk menghitung energi yang disuplai ke baterai, kalikan Watts dengan jam penyinaran kemudian dikalikan dengan faktor rugi-rugi sistem alami sebesar 0.85). Untuk solar 10W panel dalam 4 jam penyinaran,  $10 \times 4 \times 0.85 = 34$ Wh. Ini adalah jumlah energi panel solar yang disuplai ke baterai.

6

## **PERENCANAAN PANEL SURYA**

# Perencanaan PLTS

Karena pembangkit listrik tenaga surya sangat tergantung kepada sinar matahari, maka perencanaan yang baik sangat diperlukan yang mencakup:

- Jumlah daya yang dibutuhkan dalam pemakaian sehari-hari (Watt).
- Berapa besar arus yang dihasilkan solar cells panel (dalam Ampere hour), dalam hal ini memperhitungkan berapa jumlah panel surya yang harus dipasang.
- Berapa unit baterai yang diperlukan untuk kapasitas yang diinginkan dan pertimbangan penggunaan tanpa sinar matahari. (Ampere hour).

# Perhitungan PLTS

## Contoh Perhitungan

Penerangan rumah:

10 lampu CFL @ 15 Watt x 4 jam sehari.

Televisi 21": @ 100 Watt x 5 jam sehari.

Kulkas 360 liter : @ 135 Watt x 24 jam x 1/3 (karena compressor kulkas tidak selalu hidup, umumnya mereka bekerja lebih sering apabila kulkas lebih sering dibuka pintu)

Komputer : @ 150 Watt x 6 jam

Perangkat lainnya = 400 Watt dalam 1 jam

- Hitunglah** :
- a. Total kebutuhan daya (Watt hour)
  - b. Jumlah panel solar cells yang dibutuhkan, bila satu panel 100 Watt untuk perhitungan 5 jam maksimum tenaga surya.
  - c. Jumlah kebutuhan baterai 12 Volt dengan masing-masing 100 Ah dengan asumsi jumlah kebutuhan daya total 2 x lipat.
  - d. Kebutuhan baterai dari asumsi c (dengan pertimbangan dapat melayani kebutuhan 3 hari tanpa sinar matahari)

## Contoh Perhitungan

Penerangan rumah:

10 lampu CFL @ 15 Watt x 4 jam sehari = 600 Watt hour.

Televisi 21": @ 100 Watt x 5 jam sehari = 500 Watt hour

Kulkas 360 liter : @ 135 Watt x 24 jam x  $\frac{1}{3}$  = 1080 Watt hour

Komputer : @ 150 Watt x 6 jam = 900 Watt hour

Perangkat lainnya = 400 Watt hour

Total kebutuhan daya = 3480 Watt hour

- Total kebutuhan daya = 3480 Watt hour
- Jumlah solar cells panel yang dibutuhkan, satu panel kita hitung 100 Watt (perhitungan adalah 5 jam maksimum tenaga surya):

Kebutuhan solar cells panel :  $(3480 / 100 \times 5) = 7$  panel surya.

- Jumlah kebutuhan baterai 12 Volt dengan masing-masing 100 Ah: Kebutuhan baterai minimum (baterai hanya digunakan 50% untuk pemenuhan kebutuhan listrik), dengan demikian kebutuhan daya kita kalikan 2 x lipat

$$= 3480 \times 2 = 6960 \text{ Watt hour}$$

$$= 6960 / 12 \text{ Volt} / 100 \text{ Amp} = 5.8 \approx 6 \text{ baterai } 100 \text{ Ah.}$$

- Kebutuhan baterai (dengan pertimbangan dapat melayani kebutuhan 3 hari tanpa sinar matahari)

$$= 6960 \times 3 = 20880 \text{ Watt hour} = 20880 / 12 \text{ Volt} / 100 \text{ Amp}$$

$$= 17.4 \approx 17 \text{ baterai } 100 \text{ Ah.}$$

**7**

**APLIKASI PANEL SURYA**

# Aplikasi PLTS

## Skala Besar ( > 1 MW )

- PLTS Megawatt On Grid
- PLTS Megawatt Hybrid



## Skala Menengah ( 1 kW – 1 MW )

- Komunal Off Grid
- Komunal Hybrid



## Skala Kecil ( < 1 kW )

- Solar Kit
- PJU (Penerangan Jalan Umum)
- SHS (Solar Home System)
- Warning Light / Traffic Light



## Fasos / Fasum

- Penjernihan Air
- Pompa Air



## Aplikasi Khusus

- Puskesmas
- BTS (Base Transceiver Station)
- dan lain-lain



# Paket Skala Menengah



PAKET	PENGGUNA	DAYA	KETERANGAN
PLTS 5 Kwp	± 30 rumah	300 W per unit / 24 jam	Termasuk rumah pembangkit, jaringan distribusi, penangkal petir & penerangan jalan umum
PLTS 10 Kwp	± 60 rumah		
PLTS 15 Kwp	± 100 rumah		
PLTS 20 Kwp	± 150 rumah		

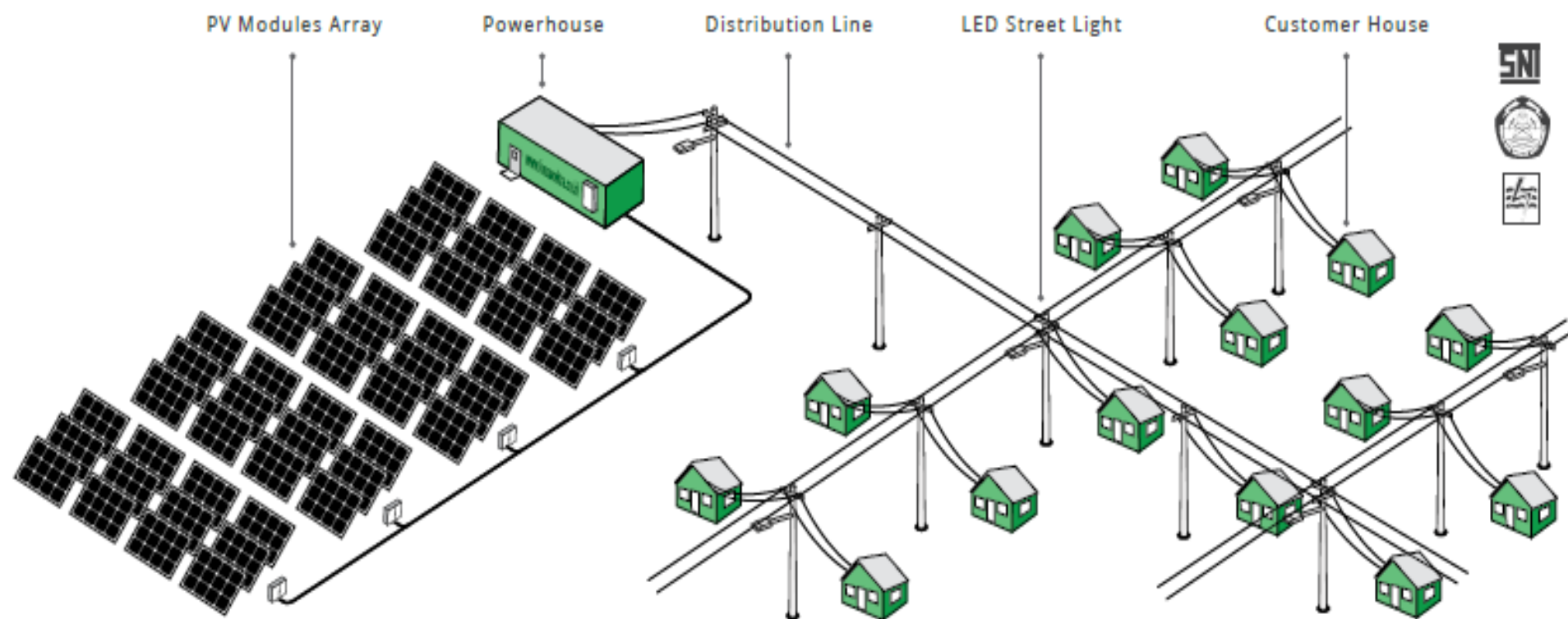
## JAMINAN MUTU

- ▶ Garansi sistem hingga 3 tahun
- ▶ Garansi Produk hingga 25 tahun
- ▶ Dilengkapi ISO 9001, ISO 14001 dan OHSAS 18001
- ▶ Teruji oleh Badan Pengujian Nasional dan Internasional

## LOKASI APLIKASI

- ▶ Daerah terpencil
- ▶ Pulau-pulau kecil
- ▶ Daerah yang tidak terjangkau PLN
- ▶ Kompleks wisata
- ▶ Perumahan Perkebunan
- ▶ Perumahan Pertambangan
- ▶ dll.





# Paket Skala Rumah Tinggal



PAKET	PENERANGAN	OUTLET LISTRIK AC	KETERANGAN
SHS 50 wp	3 unit LED 3 W	x	Termasuk baterai dan aksesoris.
SHS 80 wp	5 unit LED 3 W	✓	
SHS 100 wp	5 unit LED 3W	✓	

## JAMINAN MUTU

- ▶ Garansi sistem hingga 3 tahun
- ▶ Garansi Produk hingga 25 tahun
- ▶ Dilengkapi ISO 9001, ISO 14001 dan OHSAS 18001
- ▶ Teruji oleh Badan Pengujian Nasional dan Internasional

## LOKASI APLIKASI

- ▶ Daerah terpencil
- ▶ Pulau-pulau kecil
- ▶ Daerah yang tidak terjangkau PLN
- ▶ Kompleks wisata
- ▶ Perumahan Perkebunan
- ▶ Perumahan Pertambangan
- ▶ dll.



# Paket Solar Kit

## Keunggulan :

- Bersifat mandiri, dapat dipasang per unit rumah
- Mudah dalam pemasangan
- Lampu dapat digunakan hingga 12 jam/hari
- Dapat digunakan untuk pengisian Telepon Genggam (opsional)
- Menjadi alternatif pengganti lampu petromaks



Panel Surya	Monocrystalline 15 wp
Baterai	Lithium Ion (LiFePO4) : 3 unit/paket Kapasitas 4000 – 5000 mAh
Lampu	LED Bulb 3 W : 3 unit 3 level terang
Inverter	Optional
Aksesoris	Kabel, Hub

## JAMINAN MUTU

- ▶ Usia pakai lampu LED  $\pm 50.000$  jam
- ▶ Garansi 1 tahun
- ▶ Sertifikasi dan hasil uji dari lembaga pengujian nasional
- ▶ Battery Life : 500 cycle

## LOKASI APLIKASI

- ▶ Daerah terpencil / pulau-pulau kecil
- ▶ Daerah yang tidak terjangkau PLN
- ▶ Perkemahan
- ▶ Penanggulangan bencana
- ▶ Kapal nelayan
- ▶ Gerobak usaha
- ▶ dll.

# Paket PJU (Penerangan Jalan Umum)



PAKET	LAMPU	TIANG	KETERANGAN
PJUTS 20 W	LED 20 W	± 6 m	Termasuk baterai, angkur, anti panjat & aksesoris.
PJUTS 30 W	LED 30 W	± 7 m	
PJUTS 40 W	LED 40 W	± 8 m	
PJUTS 50 W	LED 50 W	± 9 m	
PJUTS 60 W	LED 60 W	± 9 m	

## JAMINAN MUTU

- ▶ Garansi sistem hingga 3 tahun
- ▶ Garansi Produk hingga 25 tahun
- ▶ Dilengkapi ISO 9001, ISO 14001 dan OHSAS 18001
- ▶ Teruji oleh Badan Pengujian Nasional dan Internasional

## LOKASI APLIKASI

- ▶ Lampu jalan
- ▶ Lampu taman
- ▶ Lampu dermaga
- ▶ Lapangan parkir
- ▶ Penerangan wisata
- ▶ Perkebunan
- ▶ Pertambangan
- ▶ dll.





PAKET	LAMPU	TIANG	KETERANGAN
PJUTS 20 W	LED 30 W	6 – 7m	Termasuk baterai LiFePO4 , angkur, anti panjat & aksesoris.
PJUTS 50 W	LED 50 W	> 7 m	

#### JAMINAN MUTU

- ▶ Garansi sistem hingga 3 tahun
- ▶ Garansi Produk hingga 25 tahun
- ▶ Dilengkapi ISO 9001, ISO 14001 dan OHSAS 18001
- ▶ Teruji oleh Badan Pengujian Nasional dan Internasional

#### LOKASI APLIKASI

- ▶ Lampu jalan
- ▶ Lampu taman
- ▶ Lampu dermaga
- ▶ Lapangan parkir
- ▶ Penerangan wisata
- ▶ Perkebunan
- ▶ Pertambangan
- ▶ dll.



# NAVIGASI DAN PENERANGAN KAPAL



<b>PENERANGAN</b>	Lampu LED @ 5W	Lampu sorot LED 70W (setara 250W)
<b>NAVIGASI</b>	Marine class GPS (opsional: fishfinder)	
<b>KOMUNIKASI</b>	Marine class VHF Transciever	
<b>WAKTU MENYALA</b>	1 hari (24 jam) + backup untuk 1 hari	

## JAMINAN MUTU

- ▶ Usia pakai lampu LED  $\pm 50.000$  jam
- ▶ Perangkat panel surya, navigasi dan komunikasi waterproof dan sesuai standar aktivitas perairan.
- ▶ Garansi 1 tahun
- ▶ Menghemat penggunaan BBM untuk perangkat non mesin.
- ▶ Mudah dalam perawatan

## APLIKASI

- ▶ Kapal nelayan 10 – 20 GT
- ▶ Kapal hobi memancing
- ▶ Kapal patroli laut
- ▶ Kapal operasional pelabuhan

**GARMIN**

**ICOM**

# Referensi

**Danny Santoso Mintorogo, STRATEGI APLIKASI SEL SURYA (PHOTOVOLTAIC CELLS) PADA PERUMAHAN DAN BANGUNAN KOMERSIAL, *DIMENSI TEKNIK ARSITEKTUR Vol. 28, No. 2, Desember 2000: 129 – 141.***

***WebSite:Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Solar Panel.htm***



Baju Arie Wibawa, ST, MT.  
Kaprodri Arsitektur  
Fakultas Teknik  
Universitas PGRI Semarang  
E-mail: *bayu.ariwibawa@gmail.com*

Terima kasih