

Konversi Energi Surya

Hasbullah, MT

Teknik Elektro FPTK UPI

KEBIJAKAN ENERGI NASIONAL 2003-2020

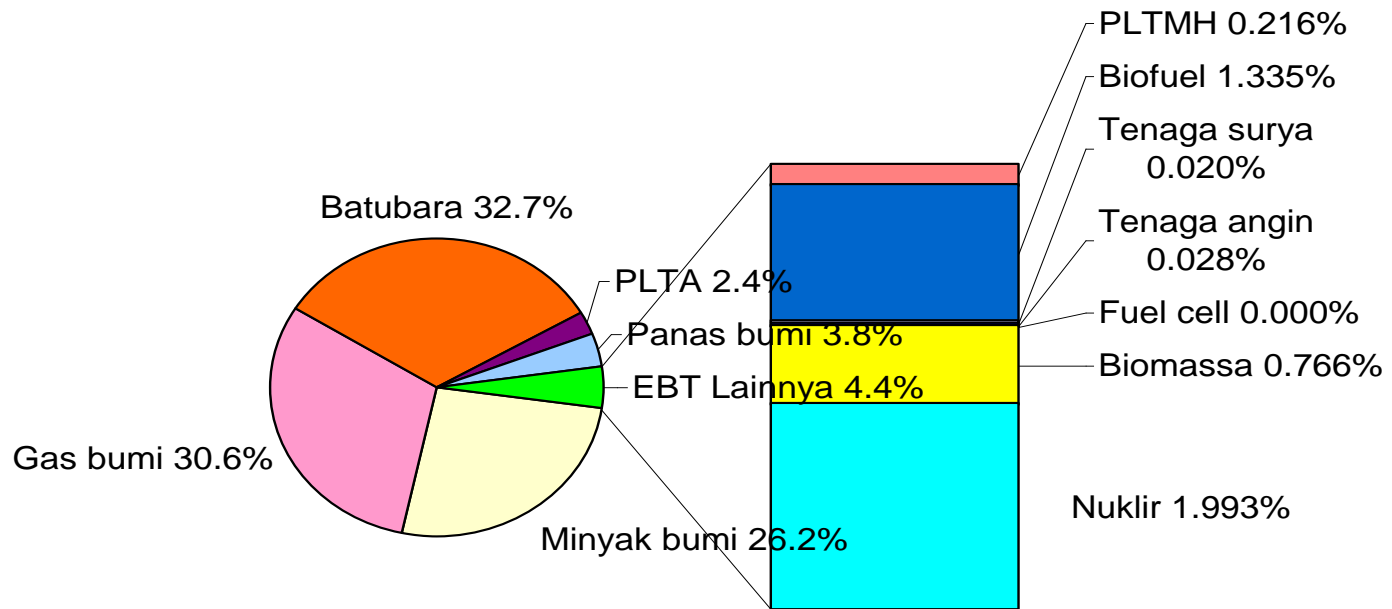
ENERGI MIX NASIONAL 2025

ENERGI BARU TERBARUKAN

- PLTA 2,4 % (4200 MW)
- PANAS BUMI 3,8 % (9500 MW)
- ENERGI TERBARUKAN 4,4 %
 - PLTMH 0,216 % (500 MW ON GRID)
 - BIOFUEL 1,335 %
 - TENAGA SURYA 0,020 % (80 MW)
 - TENAGA ANGIN 0,028 % (250 MW ON GRID)
 - BIOMASSA 0,766 % (810 MW)
 - NUKLIR 1,993 (4000 MW)

Prosentase Energi Nasional

ENERGI MIX NASIONAL TAHUN 2025 (SKENARIO OPTIMALISASI)

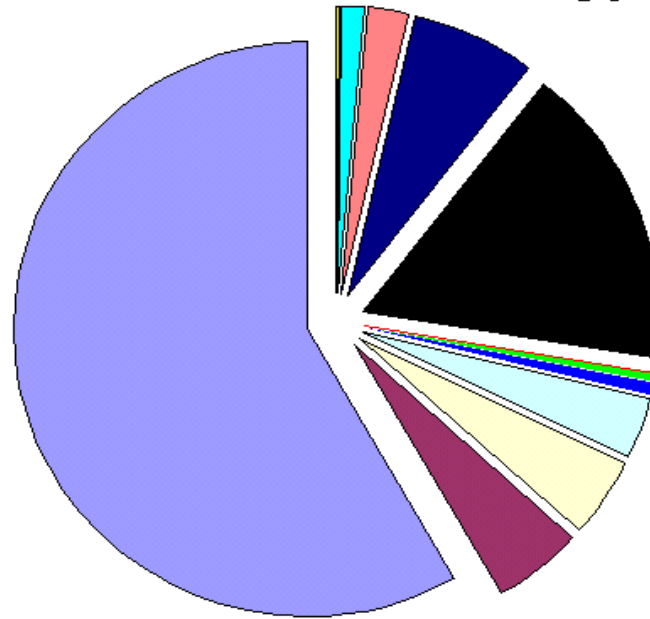


Program Pengembangan Energi Baru Terbarukan

| Jenis EBT | Kapasitas | 2005 | 2025 |
|--------------|----------------------------|--------|---|
| Panas Bumi | 27 GW | 807 MW | 9500 MW |
| Tenaga Air | 75.67 GW | | 4200 MW |
| PLTMH | 500 MW | 84 MW | 500 MW (On Grid) 330 MW (Off Grid) |
| Energi surya | 4.8 kWh/m ² /Hr | 8 MW | 80 MW |
| Biomassa | 49.81 GW | 302 MW | 810 MW |
| Energi Angin | 3-6 m/detik | 0,5 MW | 250 MW (On Grid) 5 MW (Off Grid) |
| Biodiesel | | | 5% Total Konsumsi Solar (4,7 Juta KL) |
| Gasohol | | | 5% Total Konsumsi Bensin |
| Bio Oil | | | 2,5% Total Konsumsi Minyak Bakar dan IDO |

Energi Terbarukan Dunia

World Renewable Energy 2005



| | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Large hydro 58.23% | Small hydro 5.12% | Wind power 4.58% | Biomass elec 3.42% |
| Geothermal elec 0.72% | Photovoltaic 0.42% | Other elec** 0.05% | Biomass heat* 17.08% |
| Solar heat 6.83% | Geothermal heat 2.17% | Biodiesel fuel 1.21% | Bioethanol fuel 0.16% |

ENERGI SURYA

- Energi yang dikeluarkan oleh sinar matahari hanya diterima oleh permukaan bumi sebesar 69 persen dari total energi pancaran matahari.
- Suplai energi surya dari sinar matahari yang diterima oleh permukaan bumi mencapai 3×10^{24} joule pertahun (setara dengan 2×10^{17} Watt).
- Jumlah energi sebesar itu setara dengan 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini
- Menutup 0,1 persen saja permukaan bumi dengan divais solar sel yang memiliki efisiensi 10 persen sudah mampu untuk menutupi kebutuhan energi di seluruh dunia saat ini

- Indonesia berpotensi untuk menjadikan solar sel sebagai salah satu sumber energi masa depannya mengingat posisi Indonesia pada daerah khatulistiwa
- Dalam kondisi puncak atau posisi matahari tegak lurus, sinar matahari yang jatuh di permukaan panel surya di Indonesia seluas 1 m^2 mampu mencapai 900 hingga 1000 Watt.
- Total intensitas penyinaran perharinya di Indonesia mencapai $4500 \text{ watt hour/ m}^2$ yang membuat Indonesia tergolong kaya sumber energi matahari ini.
- Dengan letaknya di daerah katulistiwa, matahari di Indonesia mampu bersinar hingga 2.000 jam pertahunnya

Definisi Energi Surya

- Energi surya atau dalam dunia internasional lebih dikenal sebagai solar cell atau *photovoltaic cell*, merupakan sebuah divais semikonduktor yang memiliki permukaan yang luas dan terdiri dari rangkaian dioda tipe p dan n, yang mampu merubah energi sinar matahari menjadi energi listrik.
- *Photovoltaic* merupakan proses merubah cahaya menjadi energi listrik (*photos* : cahaya dan *volta* nama fisikawan italia yang menemukan tegangan listrik)


EFEK FOTO ELEKTRIK

- Efek fotolistrik adalah peristiwa terlepasnya elektron-elektron dari permukaan logam (disebut sebagai elektron foto) ketika logam tersebut disinari dengan cahaya.
- Rumus energi berdasarkan teori kuantum adalah $E = nhf$.
- Dengan demikian, cahaya dipancarkan sebagai partikel-partikel kecil yang disebut *foton*.
- Efek fotolistrik dipengaruhi oleh dua sifat penting dari gelombang cahaya yakni: intensitas cahaya dan frekuensi

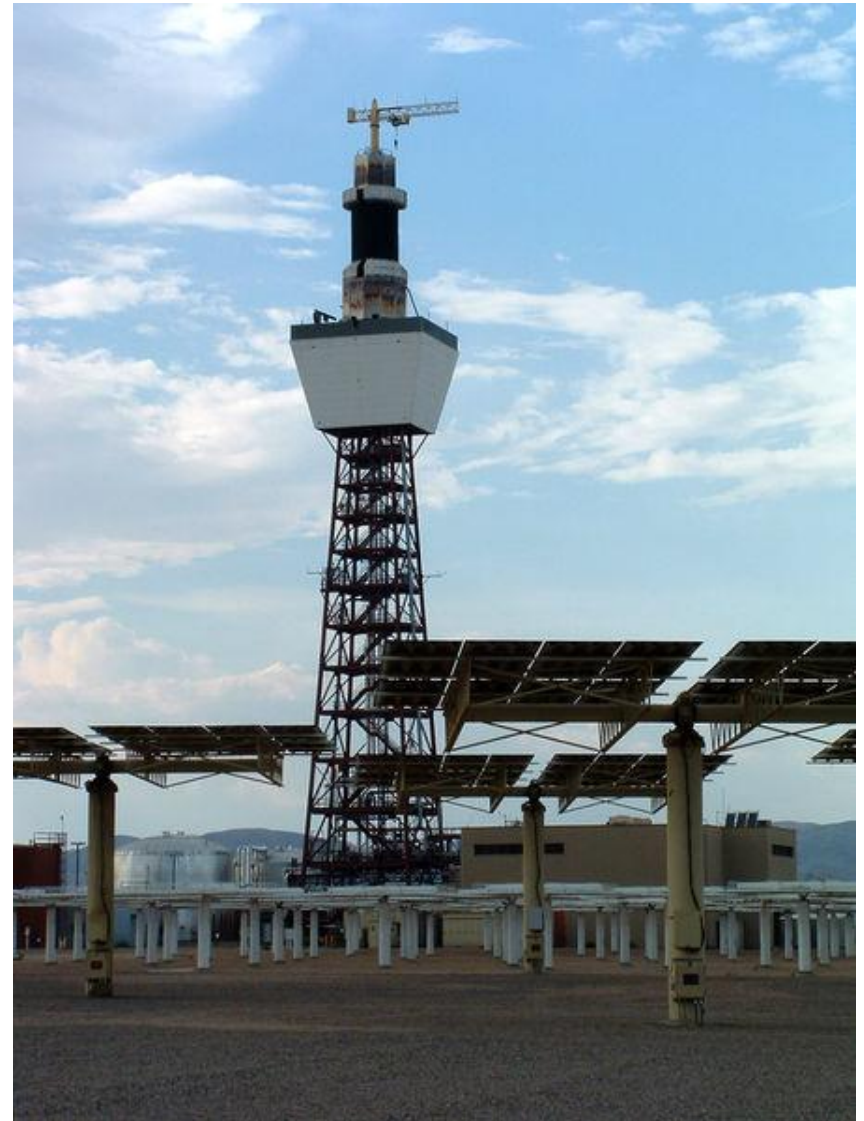


Beberapa sifat penting yang terjadi pada efek foto listrik adalah :

- Besarnya energi kinetik maksimum elektron foto tidak tergantung pada intensitas cahaya.
- Permukaan dari sel surya membutuhkan frekuensi minimum tertentu yang disebut frekuensi ambang (f_0) untuk dapat menghasilkan elektron foto.
- Elektron-elektron dapat terbebas dari permukaan sel surya hampir tanpa selang waktu, yaitu kurang dari 10^{-9} detik setelah penyinaran.

- 
- Energi kinetik maksimum elektron foto bertambah jika frekuensi cahaya diperbesar.
 - Semua foton memiliki energi yang sama sebesar hf , sehingga apabila intensitas cahaya dinaikkan namun dengan frekuensi yang tetap akan menambah jumlah foton, tetapi tidak menambah energi yang dipancarkan.

Solar Two,
in California's Mojave
desert,
a concentrating solar
thermal power plant.
**SOLAR ENERGY
GENERATING
SYSTEM 354 MW.**



The CIS Tower, Manchester, England, Masuk dalam jaringan listrik nasional, Nopember 2005.

Negara yang memberikan insentif untuk memakai Energi Surya: Jerman, Jepang dan Amerika

Biaya Instalasi: \$6.5-7.5/W

Biaya produksi: \$0.15-0.22

Per Kw untuk Pembangkit 10 MW di Phoenix.[Wikipedia]





Pengembangan Energi Surya

Ada dua macam teknologi energi surya yang dikembangkan, yaitu:

- **Teknologi Energi Surya Fotovoltaik**
- **Teknologi Energi Surya Termal**

Teknologi Tenaga Surya

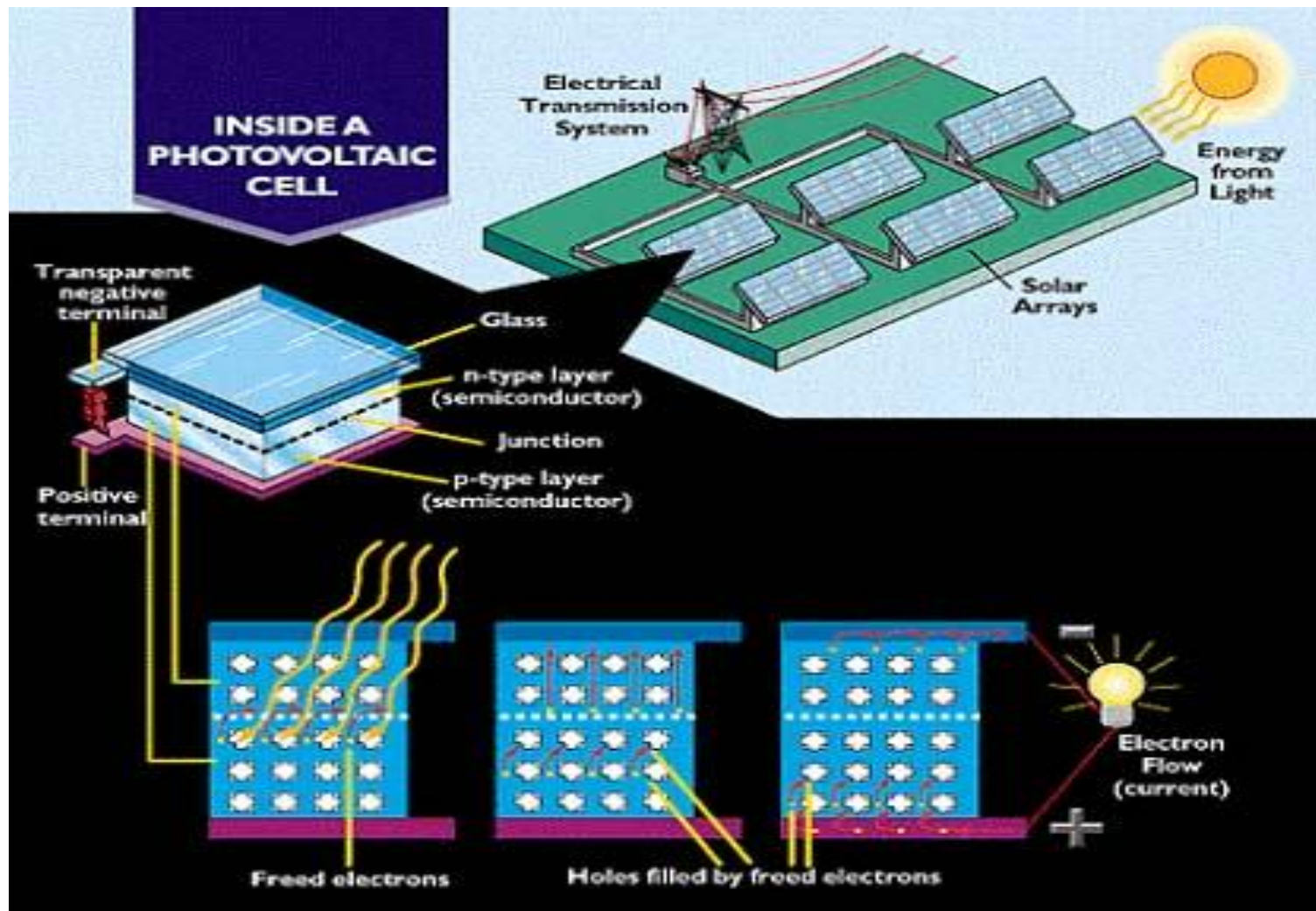
■ Fotovoltaic

“Photovoltaic (PV) cells are devices that convert sunlight to electricity, bypassing thermodynamic cycles and mechanical generators. PV stands for photo (light) and voltaic (electricity)”

Beberapa hal tentang Fotovoltaic

- Teknologi yang canggih dengan harga murah, bersih, mudah dipasang (dioperasikan) dan mudah dirawat
- Menggunakan teknologi kristal dan thin film
- Modul fotovoltaik tersusun dari beberapa sel fotovoltaik yang dihubung seri dan paralel
- Biaya yang dikeluarkan 60% dari biaya total
- Investasi awal yang besar dan harga per kwh listrik yang relatif tinggi yaitu sekitar US \$ 0,25 -0,5/ kWh (kendala utama)

■ Photovoltaic Cell



Pemanfaatan Fotovoltaic untuk kehidupan



© 1994 The Swiss Federal "Promotion Programm for PV" – TNC Consulting AG, CH-8707 Männedorf



© 1994 The Swiss Federal "Promotion Programm for PV" – TNC Consulting AG, CH-8707 Männedorf



© 2008-2010, China, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025

Pengembangan Fotovoltaic di Indonesia

- Mendorong pemanfaatan SESF secara terpadu, yaitu untuk keperluan penerangan (konsumtif) dan kegiatan produktif
- Mengembangkan pemanfaatan SESF di pedesaan dan perkotaan.
- Mendorong komersialisasi SESF dengan memaksimalkan keterlibatan swasta.
- Mengembangkan industri SESF dalam negeri yang berorientasi ekspor.
- Mendorong terciptanya sistem dan pola pendanaan yang efisien dengan melibatkan dunia perbankan.

Program Pengembangan Fotovoltaic

- Mengembangkan SESF untuk program listrik perdesaan, khususnya untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah yang jauh dari jangkauan listrik PLN.
- Meningkatkan penggunaan teknologi hibrida, khususnya untuk memenuhi kekurangan pasokan tenaga listrik dari *isolated* PLTD.
- Mengganti seluruh atau sebagian pasokan listrik bagi pelanggan Sosial Kecil dan Rumah Tangga Kecil PLN dengan SESF. Pola yang diusulkan adalah:
- Memenuhi semua kebutuhan listrik untuk pelanggan S1, S2 dengan batas daya 220 VA; 450 VA dan 900 VA

Pemanfaatan Fotovoltaik

- PenyediaLampu penerangan jalan dan lingkungan;
- Penyediaan listrik untuk rumah peribadatan. SESF sangat ideal untuk dipasang di tempat-tempat ini karena kebutuhannya relatif kecil.
- Penyediaan listrik untuk sarana umum. Dengan daya kapasitas 400 Wp sudah cukup untuk memenuhi listrik sarana umum;
- Penyediaan listrik untuk Kantor Pelayanan Umum Pemerintah.
- Untuk pompa air (*solar power supply for waterpump*) yang digunakan untuk pengairan irigasi atau sumber air bersih (air minum).

Program Pengembangan Energi Surya Termal

- Melaksanakan standarisasi nasional komponen dan sistem teknologi fototermik.
- Mengkaji skema pembiayaan dalam rangka pengembangan manufaktur nasional.
- Meningkatkan kegiatan penelitian dan pengembangan untuk berbagai teknologi fototermik.
- Meningkatkan produksi lokal secara massal dan penjangkauan untuk kemungkinan ekspor.
- Pengembangan teknologi fototermik suhu tinggi, seperti: pembangkitan listrik, mesin *stirling* , dan lain-lain.

Pemanfaatan Energi Surya Termal

- Industri, khususnya agro-industri dan industri pedesaan, yaitu untuk penanganan pasca-panen hasil-hasil pertanian, seperti: pengeringan (komoditi pangan, perkebunan, perikanan/peternakan, kayu olahan) dan juga pendinginan (ikan, buah dan sayuran);
- Bangunan komersial atau perkantoran, yaitu: untuk pengkondisian ruangan (*Solar Passive Building* , AC) dan pemanas air;
- Rumah tangga, seperti: untuk pemanas air dan oven/ *cooker* ;
- PUSKESMAS terpencil di pedesaan, yaitu: untuk sterilisator, refrigerator vaksin dan pemanas air.

■ Hybrida

Penggabungan antara fotovoltaic dan pembangkit lain seperti (PLTD atau PLTMH)

PLTS sebagai komponen utama, sedang yang lainnya untuk mengkompensasi kelemahan sistem PLTS seperti ketidakpastian cuaca dan sinar matahari

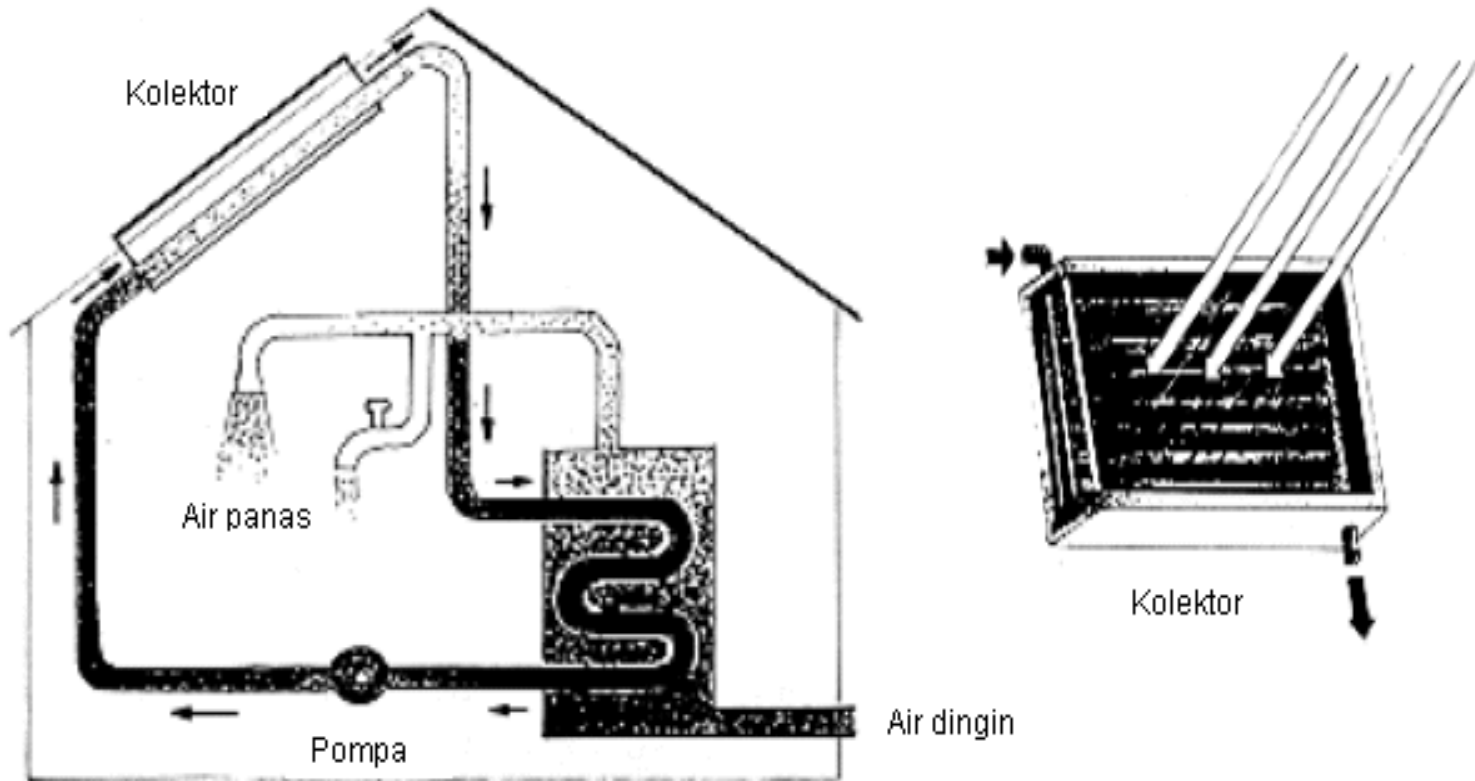
Memiliki prospek yang cerah terutama di daerah pedesaan

Telah diterapkan sistem model hidro di desa Taratak (Lombok tengah) dengan kapasitas PLTS (48 kWp dan PLTMH 6,3 kW) merupakan kerjasama RI-Jepang

Kolektor Surya atau Tenaga Pemanas Air Surya

- Digunakan untuk memanaskan air
- Sumber utama energi adalah matahari
- Terdiri dari kotak kolektor yang permukaannya dilapisi kaca dan dasarnya dicat hitam
- Dalam kotak kolektor dipasang pipa-pipa yang dialiri air
- Digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti, mandi, memasak dll.

Kolektor Surya





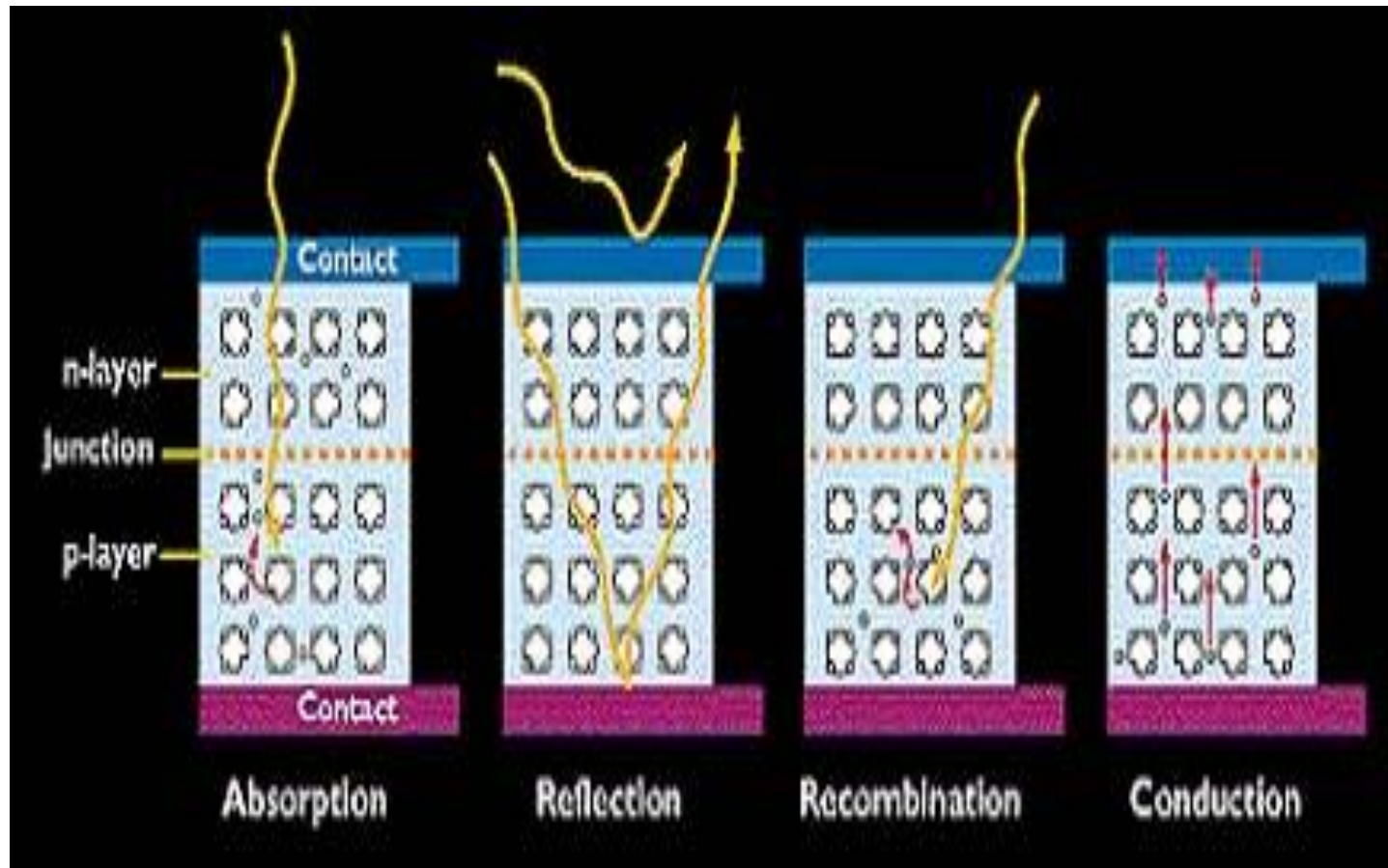
05.08.2005

Solar cell (Sel Surya)

“ A solar cell is any device that directly converts the energy in light into electrical energy through the process of photovoltaics “

solar cell terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (p-n junction semiconductor) yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran electron aliran electron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik

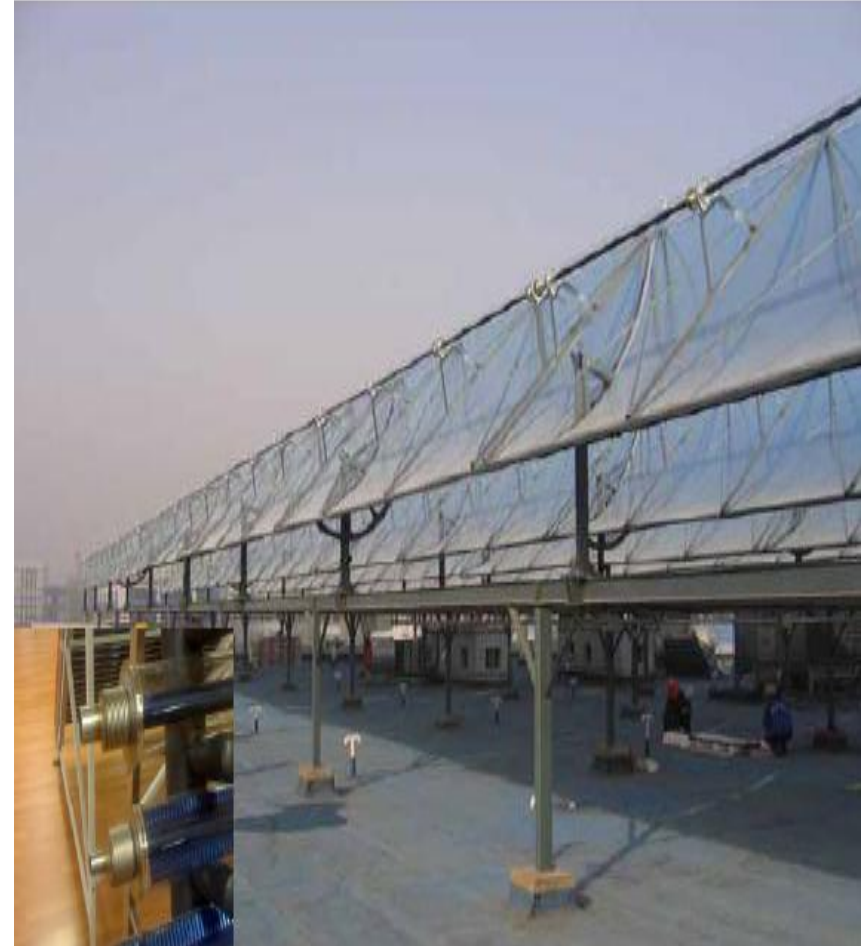
Radiative transition of solar cell



Pemanfaatan Solar cell



Type solar sell



Hal yang menjadi pertimbangan dalam Pembuatan Solar Sell

- Pengaruh Luas sel Surya terhadap daya
- Pengaruh Kepekaan spektrum terhadap daya
- *Life time* sel surya
- *Full Factor* sel surya

$$FF = Imp \times Ump : IR : Vo$$

$$Ump = Imp \times Rp$$

Rendemen (Efisiensi) Sel Surya

- a. Rugi Refleksi
- b. Cahaya non terabsorpsi
- c. Cahaya terlalu kuat
- d. Rugi Tahanan Seri dan paralel
- e. Rugi Temperatur

Jenis Solar Cell

- Silikon Monokristal
- Silikon Polykristal
- A-silikon (a-si)
- Tandem Zellen (lapisan banyak)
- Cadmiun-Sulfid- Cupteroxy –Dulsufid)
- Galium Arsenik (Ga-As)

Susunan Generator Surya (Panel Surya)

Syarat-syarat penyusunan sel surya

- Nilai teg. Beban nol untuk sel surya kristal 0,6 V
- Nilai I_{sc} maksimal 3A
- Nilai teg. Pada titik kerja $\pm 0,5$ V

Panel Surya :

a). Seri

- nilai teg. Sel surya harus sama
- nilai arus yang mengalir konstan
- dipasang rangkaian by pass dioda

b) Paralel

- Besar teg. Ekuivalen harus sama dengan teg. Dari sebuah sel surya
- Arus jumlahnya merupakan jumlah arus dari tiap-tiap cabang jajar

Komponen Utama Panel Surya

- Regulator
- Accumulator
- Inverter

Komponen lainnya :

Nilai teg. tanpa beban ; Nilai Isc ; Teg. Titik kerja; daya pada titik kerja ; Koefisien Temperatur, arus , tegangan dan daya ; ukuran dan berat panel, rendemen panel dan jumlah dioda dan jumlah set surya

Pemanfaatan Sel Surya

- Untuk penerangan jalan raya
- Perlengkapan rumah tangga
- Kebutuhan lampu mercusuar
- Bengkel strum accu
- Pompa air



Terima Kasih