



Sesi 1

Dasar-dasar pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)

2015/06/05

Gambaran umum PLTS



Topik pembahasan | Sesi 1

- 1. Energi dan daya**
- 2. Matahari sebagai sumber energi**
- 3. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)?**
- 4. Potensi PLTS di Indonesia**
- 5. Aplikasi teknologi PLTS : On-grid dan Off-grid**
- 6. Studi kelayakan**



Energi dan Daya | Defenisi

- **Energi [E] = $[P \cdot t]$ = Watt-hour**
 - *Daya yang digunakan untuk melakukan kerja dalam waktu tertentu.*
 - *Energi tidak bisa diciptakan atau dimusnahkan.*
- **Daya [P] = $\left[\frac{E}{t}\right]$ = Watt**
 - *Jumlah energi yang dihabiskan per satuan waktu*



P = 40...100 W
 E per jam = 40...100 Wh



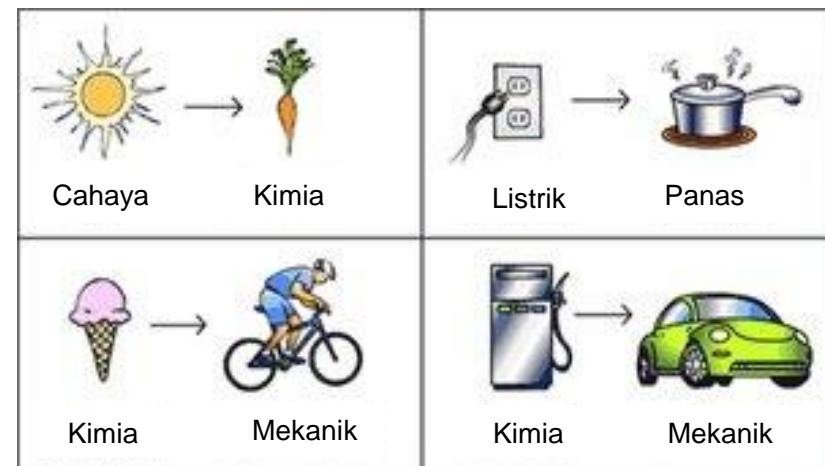
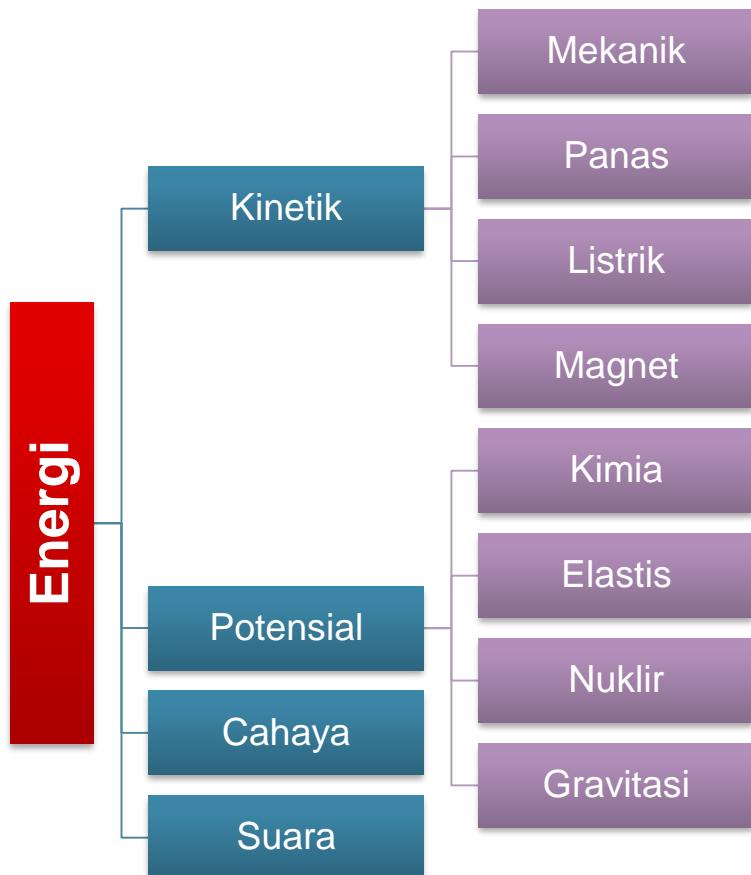
$$P = 100 \text{ W}$$



$$E = 100 \text{ Wh/kg}$$



Energi dan Daya | Bentuk dari energi

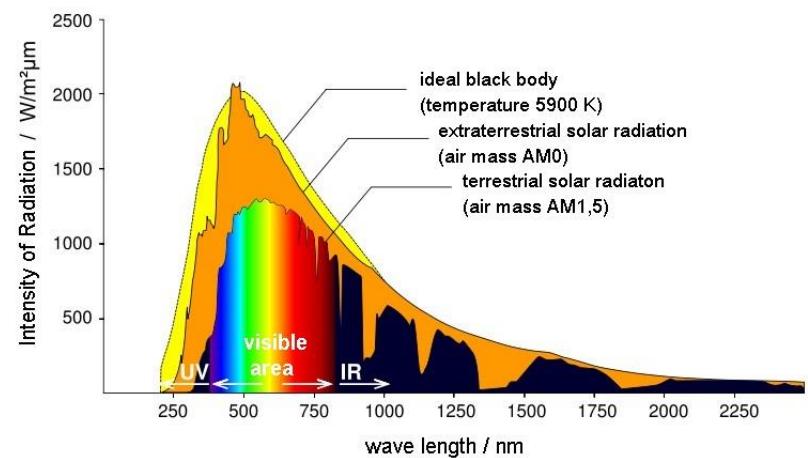


Contoh konversi energi



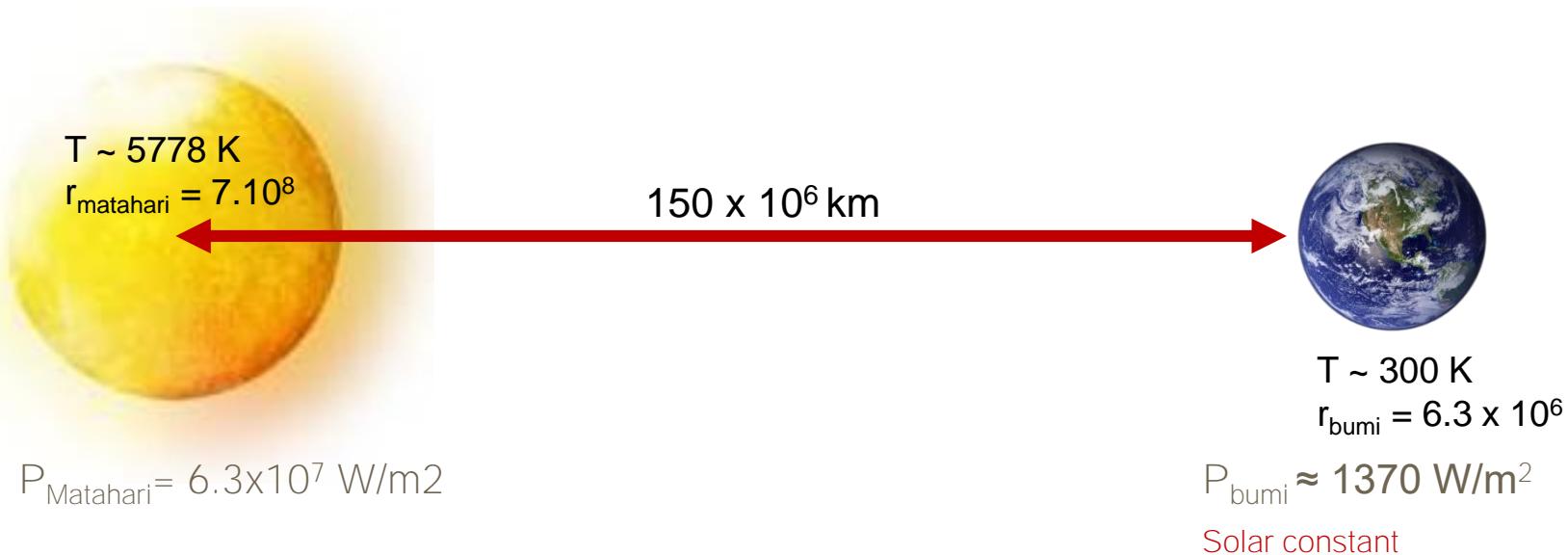
Energi matahari berupa cahaya atau panas?

- ... atau Sinar matahari atau Radiasi matahari
- ... adalah radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari yang berupa sinar ultraviolet, cahaya terlihat, dan infra merah.





Energi matahari | Radiasi yang diterima bumi



Perkiraan kasar hanya berlandaskan pertimbangan geometri.

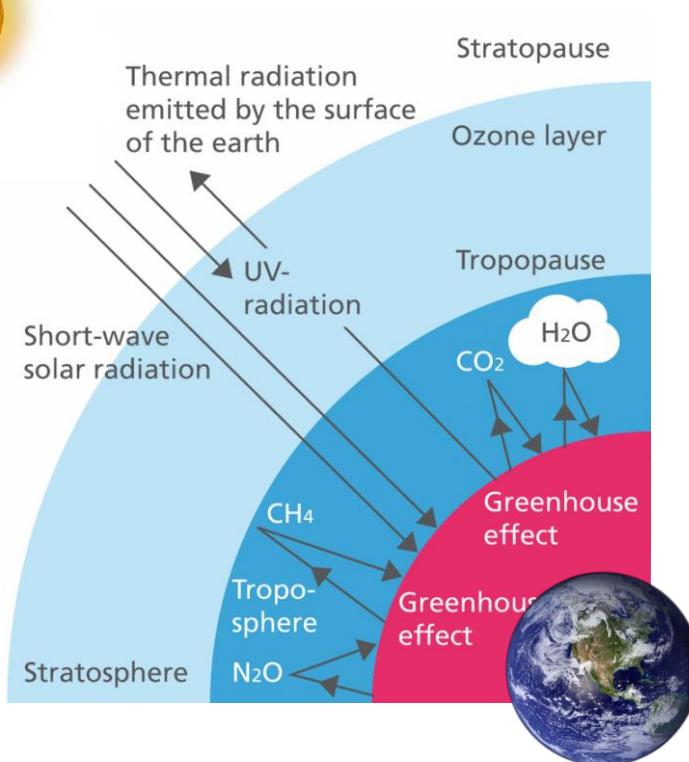
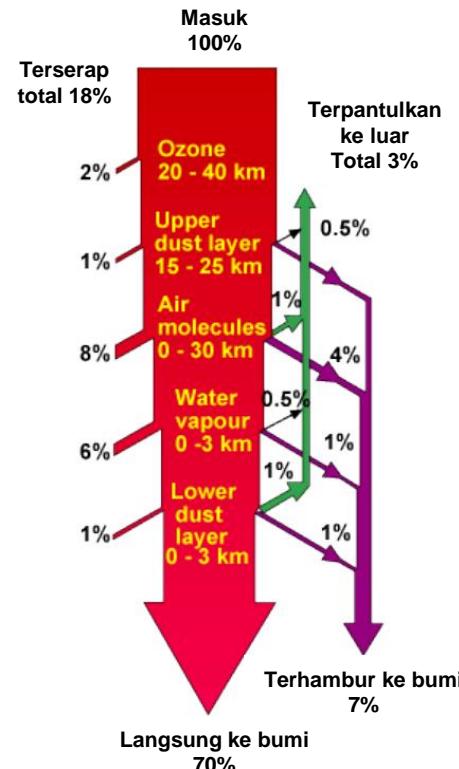
Asumsi bahwa matahari adalah ideal dan bulat dengan jarak
yang konstan dari bumi.

Sumber: MIT open course ware



Energi matahari | Radiasi yang diterima di permukaan?

$$P_{\text{bumi},0} \approx 1370 \text{ W/m}^2$$



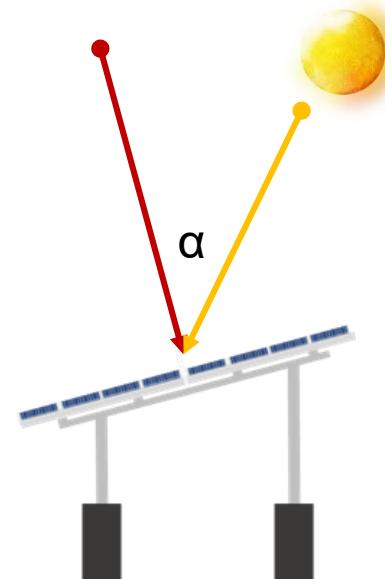
$$P_{\text{bumi}} \approx \frac{77}{100} \times 1370 \text{ W/m}^2 = 1054 \text{ W/m}^2 \text{ (Global Horizontal Irradiance)}$$

Sumber: myclimate.org, pveducation.org



Energi matahari | Sudut datangnya radiasi

- Insolation atau Incoming Solar Radiation bergantung dari garis lintang dan Musim
- Datangnya radiasi akan menentukan sudut kemiringan

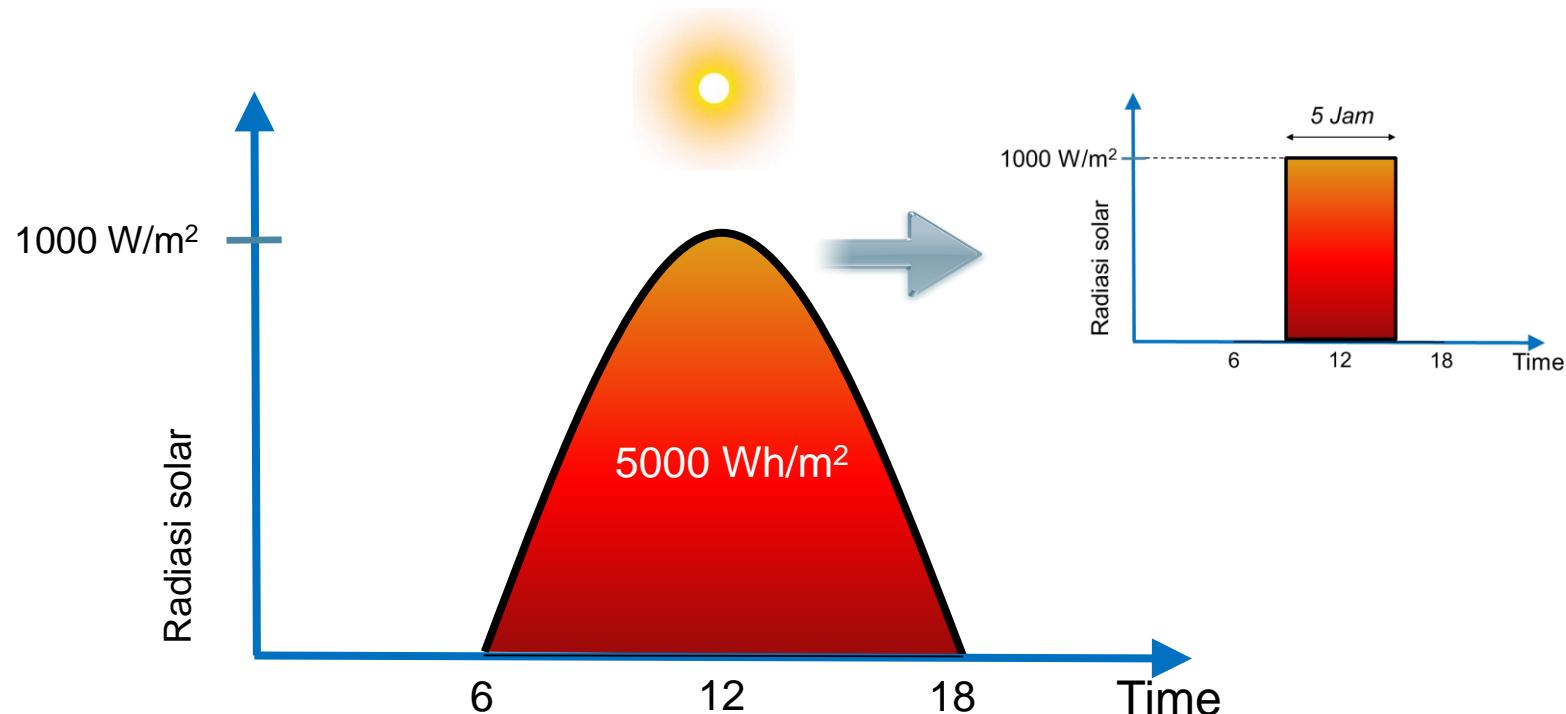


*Semakin sudut α mendekati 0° ,
semakin tinggi radiasi yang diterima.*



Energi matahari | Perubahan radiasi dalam sehari?

- Area didalam kurva adalah jumlah radiasi dalam sehari dalam satuan $\text{Wh}/\text{m}^2/\text{hari}$
- Area dalam kurva bisa juga disebut Peak Sun Hours atau durasi saat $1000 \text{ W}/\text{m}^2$





Energi matahari | Pembangkit listrik berbasis matahari



PLTS → Sinar matahari, Solar thermal → Panas



Pembangkit listrik tenaga air: Evaporasi dan transpirasi



Angin: Perbedaan temperatur → perbedaan tekanan → Angin



Bahan bakar fosil: Sisa kehidupan organik dari proses dekomposisi

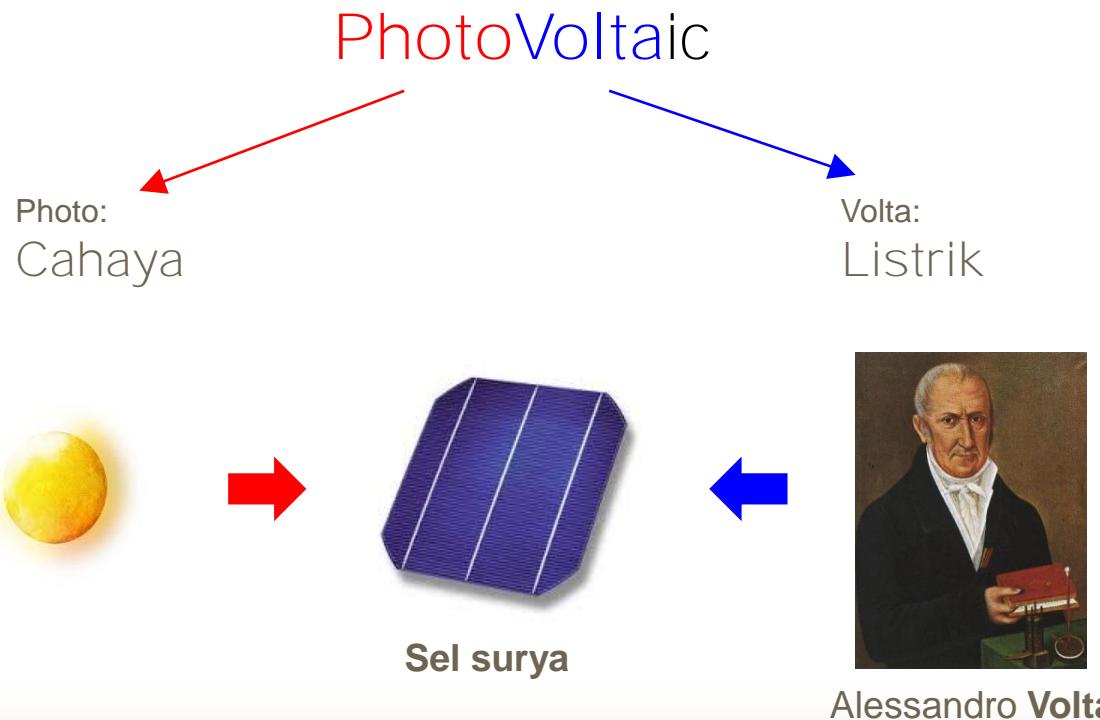


Biogas: Fotosintesis



PLTS | Apa itu pembangkit listrik tenaga surya?

- ... adalah sistem pembangkit merubah cahaya matahari menjadi listrik dengan menggunakan **fotovoltaik**.



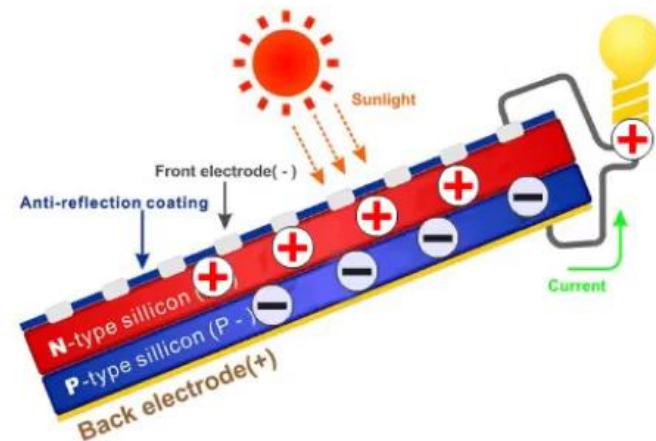


PLTS | Struktur dan cara kerja fotovoltaik?

- Sel surya terdiri dari material semikonduktor *tipe n* (elektron) dan *tipe p* (hole) yang disatukan membentuk *pn junction*.

Cara kerja:

1. Medan listrik terbentuk saat matahari menyinari sel surya
2. Cahaya diserap di zona sambungan antara tipe p dan tipe n, menyebabkan elektron bebas
3. Jika cahaya memiliki cukup energi, elektron akan dapat melewati medan listrik di junction dan bebas bergerak melalui silikon dan masuk ke sirkuit eksternal.
4. Saat melewati sirkuit eksternal, energi dilepaskan untuk menyalakan lampu dan kembali ke sel surya





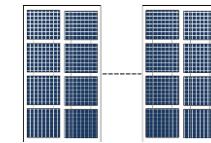
Fotovoltaik | Mengapa PLTS?



Sumber energi
gratis



Ramah
lingkungan



Fleksibel dan
modular



Dapat dibangun
mana saja



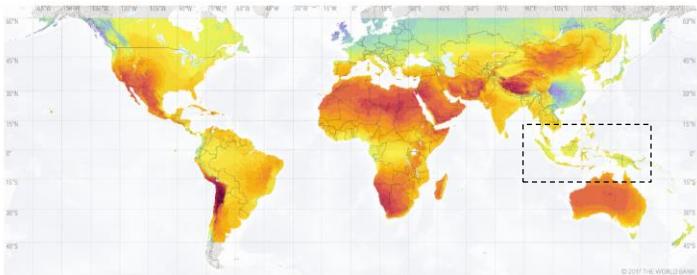
Radiasi matahari
berlimpah



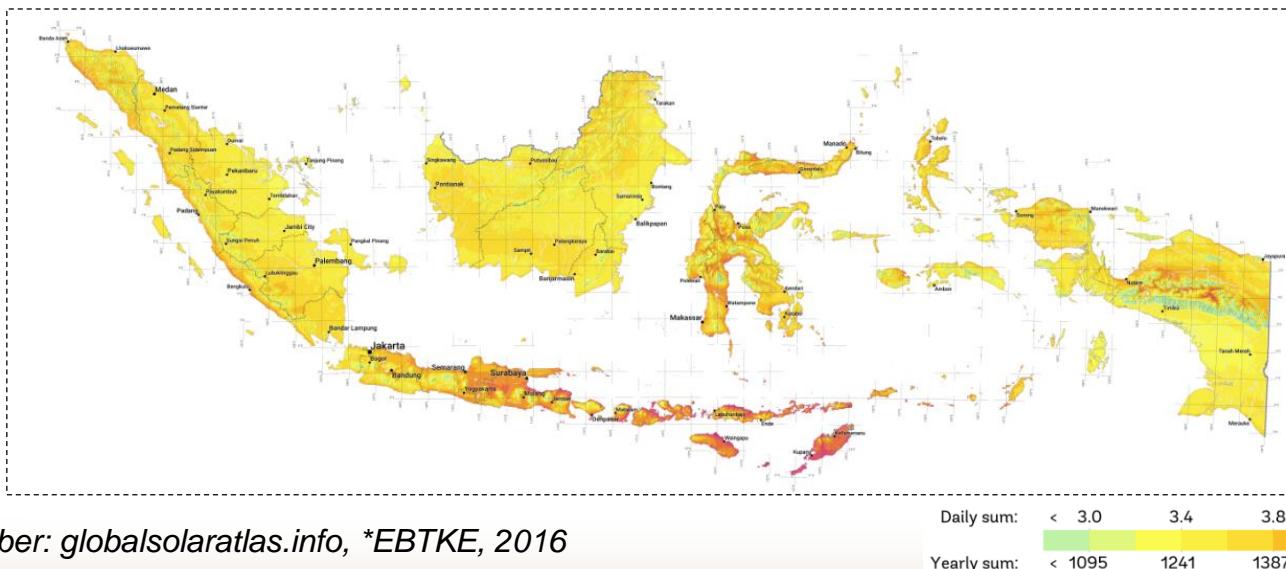
O&M murah dan
mudah



PLTS | Potensi PLTS di Indonesia?



- Rata-rata energi keluaran harian **4.2 kWh/kWp**
 - Rata-rata energi keluaran per tahun **1534 kWh/kWp**
- 
 - Konsumsi energi tahun 2014* = **199 TWh**
 - Dibutuhkan **130 GWp** = ****87000 km²** = **4% luas daratan Indonesia**
- ** *150 Wp per m²*
- $20 \text{ kWp} \rightarrow 84 \text{ kWh} \rightarrow 280 \text{ KK} @ 300 \text{ Wh}$



Sumber: globalsolaratlas.info, *EBTKE, 2016



Apa saja aplikasi sistem PLTS ?

2015.10. 8 20:42



Aplikasi | Klasifikasi sistem PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya

PLTS
Off-grid atau Stand-alone



PLTS On-grid



PLTS
Tersebar
(SHS)

PLTS
Terpusat
Komunal

PLTS
Hibrida

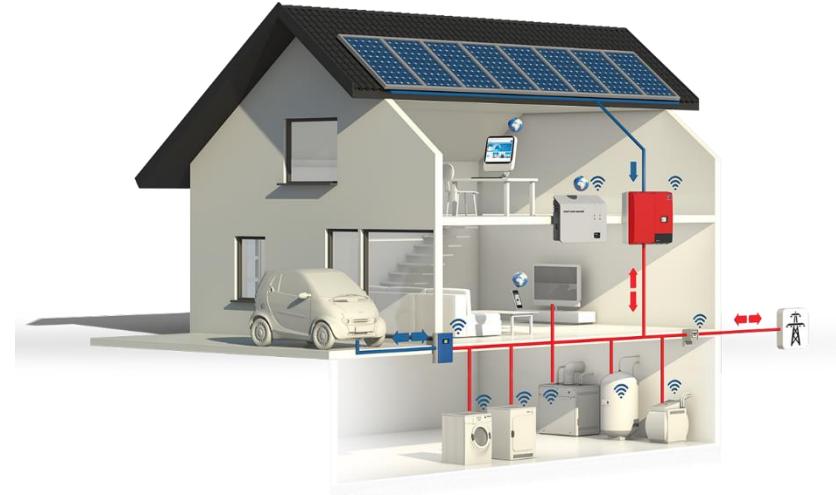
PLTS
Rooftop

PLTS
Terpusat
Skala
Utilitas

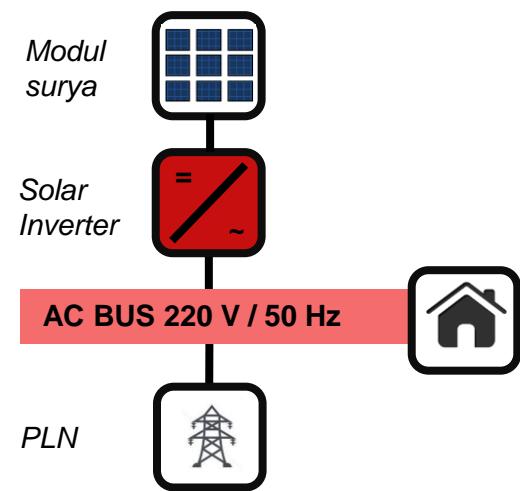


Aplikasi | PLTS Rooftop

- ... Sistem PLTS di atap rumah tangga, perkantoran, atau pabrik
- Terhubung langsung ke jaringan PLN melalui **solar inverter**
- Saat daya dari PLTS **lebih dari** beban, **kelebihan daya** akan dikirim ke jaringan
- Jika daya PLTS **kurang dari** beban, **kekurang daya** akan disuplai dari jaringan
- Listrik dapat “dijual” dengan sistem **Net Metering** yang artinya menyimpan kelebihan energi untuk bulan berikutnya



Sumber: SMA



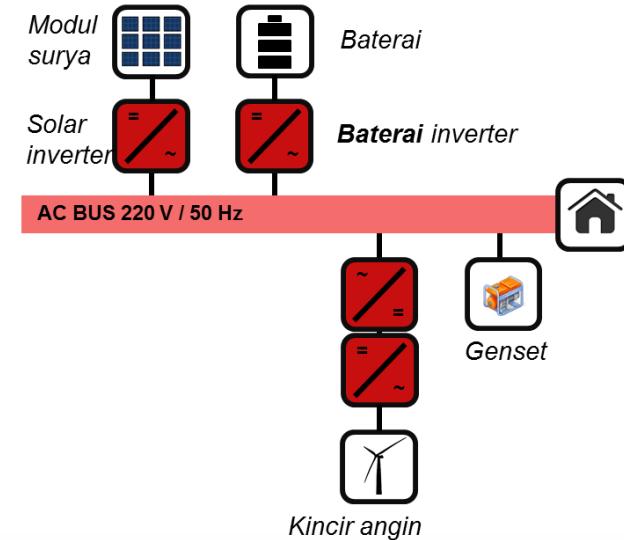


Aplikasi | PLTS Hybrid

- Mengoptimalkan dan mensinergikan beberapa pembangkit untuk saling melengkapi, contoh: PLTS sebagai sumber utama dan PLTD sebagai cadangan
- Umumnya **PLTS**, pembangkit listrik tenaga diesel, mikro hidro dan kincir angin
- Tujuan: **Menghemat bahan bakar dan mengurangi kapasitas baterai**



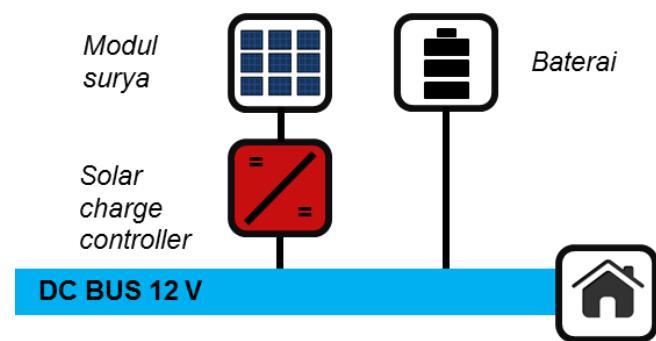
797 kW Solar-Wind-Diesel, Nusa Penida





Aplikasi | PLTS tersebar

- ... adalah PLTS yang terpasang disetiap rumah untuk kebutuhan listrik primer seperti **penerangan**
- Sistem DC dengan kapasitas 1 - 100 Wp. Cara kerja hampir sama dengan PJU.
- Tidak terhubung dengan jaringan PLN dan **menggunakan baterai**
- Saat daya dari PLTS **lebih dari** beban, **kelebihan daya** akan dikirim ke baterai
- Jika daya PLTS **kurang dari** beban, **kekurang daya** akan disuplai dari baterai



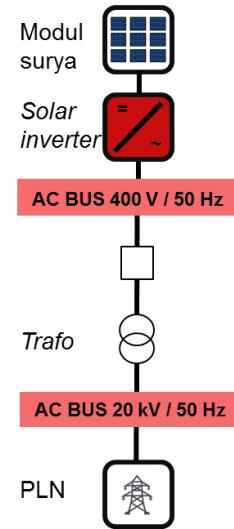


Aplikasi | PLTS Terpusat Skala Utilitas

- ... adalah sistem PLTS skala besar ($\geq 100 \text{ kWp}$) dengan skema Individual Power Producer (IPP) berdasarkan Feed-in tariff (FIT)
- Terhubung langsung dengan jaringan PLN melalui **solar inverter skala besar**
- **Daya dari PLTS akan selalu masuk ke jaringan** selama jaringan memadai



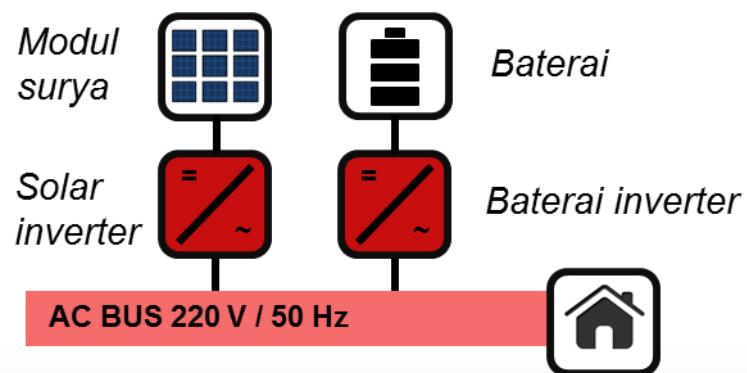
5 MW PLTS Kupang, NTT





Aplikasi | PLTS terpusat komunal

- ... adalah Sistem PLTS Off-grid untuk sekelompok masyarakat
- PLTS dipasang di **tempat terpusat** dan listrik dibagikan melalui jaringan distribusi
- Sistem AC dengan kapasitas $\geq 15 \text{ kWp}$ dan menggunakan baterai untuk kebutuhan malam hari
- Saat daya dari PLTS **lebih dari** beban, **kelebihan daya** akan disimpan ke baterai
- Jika daya PLTS **kurang dari** beban, **kekurang daya** akan disuplai dari baterai



Aspek yang perlu dipertimbangkan saat studi kelayakan: lokasi, beban, dan potensi





Studi kelayakan | Lokasi pembangkit

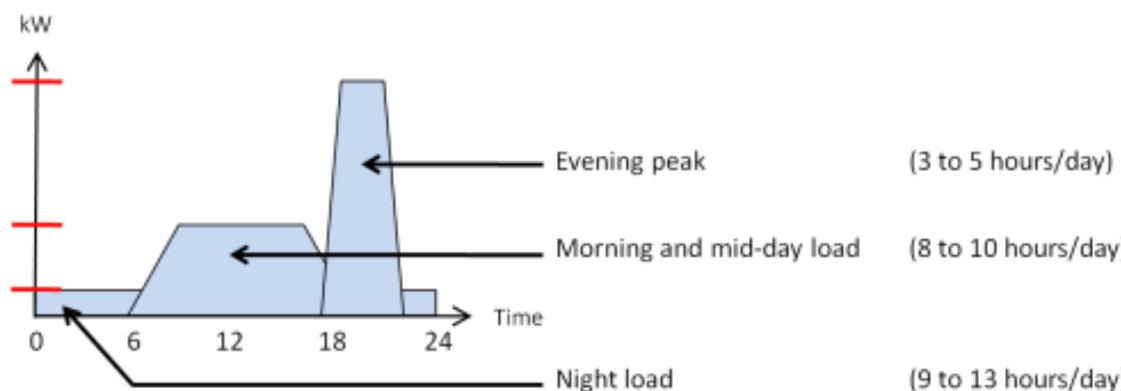
- **Lokasi pembangkit**
 - Luas lahan → Minimum 15 m²/kWp
 - Rencana masuknya jaringan PLN
 - Investigasi situasi bayangan yang disebabkan oleh pohon yang ada dan yang akan tumbuh
 - Resiko banjir dan bencana alam lainnya seperti longsor





Studi kelayakan | Perhitungan beban

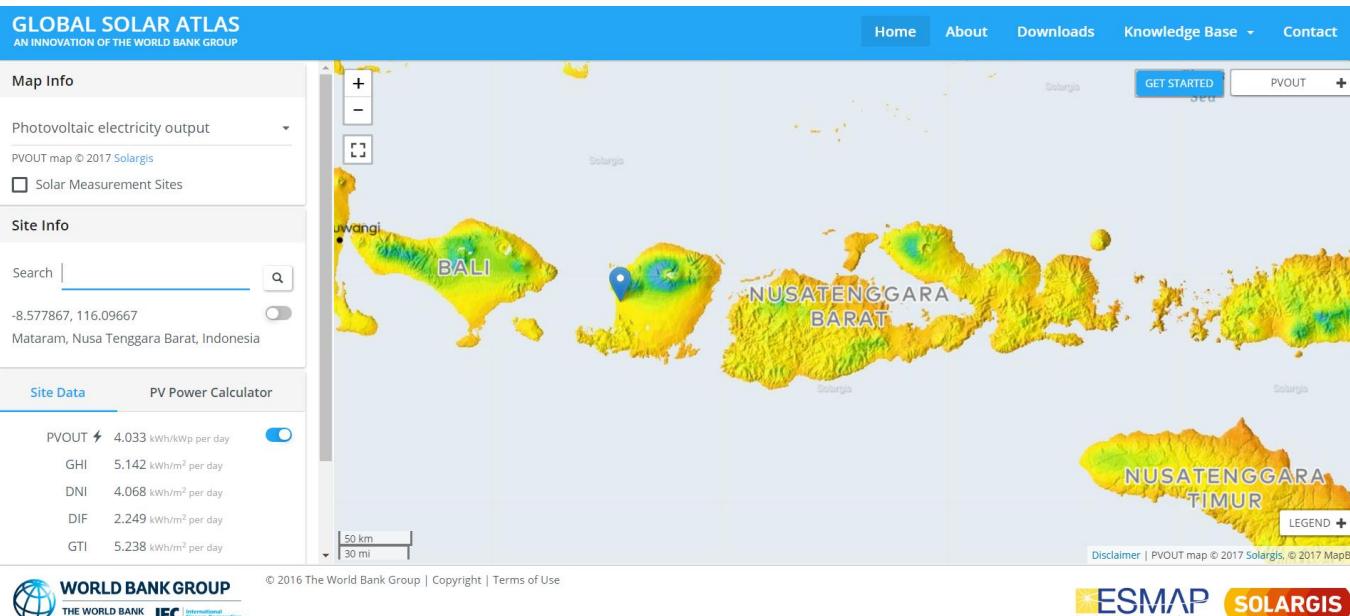
- Untuk mengetahui motif dari pemakaian listrik di suatu rumah atau desa
 - Wawancara dengan pemilik rumah atau warga tentang pemakaian energi
 - Melakukan pengukuran secara langsung konsumsi listrik dari setiap rumah
 - Mendapatkan data yang akurat data dari desa yang sudah teraliri listrik
 - Memberi faktor kali untuk perkiraan perkembangan desa untuk 1- 5 tahun kedepan
- Contoh load profile untuk menghitung daya maksimum dan total energi yang diperlukan:





Studi kelayakan | Potensi iradiasi

- Beberapa cara untuk mengetahui potensi suatu tempat:
 - Pengukuran radiasi minimum satu tahun dengan menggunakan pyranometer
 - Menggunakan data satelit atau data terdahulu seperti data NASA atau Solar Atlas (<http://globalsolaratlas.info/>).





Terima kasih

Ada pertanyaan?



Pendidikan Kita Hari Ini

'Setiap orang itu jenius, namun jika anda menilai ikan dari kemampuannya memanjat pohon, dia akan meyakini sepanjang hidupnya bahwa dia itu bodoh'
-albert einstein-