



Pengantar Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Tenaga Bayu (PLTB)

Alvin Putra Sisdwinugraha

Analisis Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan, IESR

Pintoko Aji


Koordinator Riset Data dan Modeling, IESR

Lokakarya CSO dan Media IESR

Kamis, 6 Juni 2024



Waduh! Panen Padi di Wonogiri Memburuk karena Perubahan Iklim, Petani Rugi

 Muhammad Diky Praditia, Suharsih Selasa, 7 Mei 2024 - 19:57 WIB

share A A A

Solopos.com, WONOGIRI — Petani padi di wilayah Selogiri, Kabupaten Wonogiri, banyak merugi karena hasil panen pada masa tanam kali ini turun drastis. Mereka juga terancam hanya bisa menanam sekali pada tahun ini. Perubahan iklim disebut menjadi penyebabnya.

Petani padi di Desa Pule, Selogiri, Sarno, mengatakan hasil panen padi para petani di Wonogiri banyak berkurang pada masa panen kali ini. Beberapa hari sebelum panen banyak padi di daerah itu roboh. Batang padi tidak kuat menahan empasan angin dan hujan yang cukup deras.

Cuaca Ekstrem, Pemerintah Siapkan Impor Beras 3,6 Juta Ton

Reporter: Aisyah Amira Wakang
Editor: Martha Warta Silaban

Sabtu, 4 Mei 2024 17:40 WIB

INTERNASIONAL

Krisis Iklim Meningkat, 18% Orang Indonesia Menyangkal Perubahan Iklim Disebabkan Manusia

 Diandra Paramitha
26 MEI 2024 22:50 WIB • 2 MENIT



Dampak **krisis iklim** sudah terasa **sekarang**, dan paling terasa pada **mata pencaharian rakyat**. Sayangnya, masyarakat kita **kurang peka**.



Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Silabus:

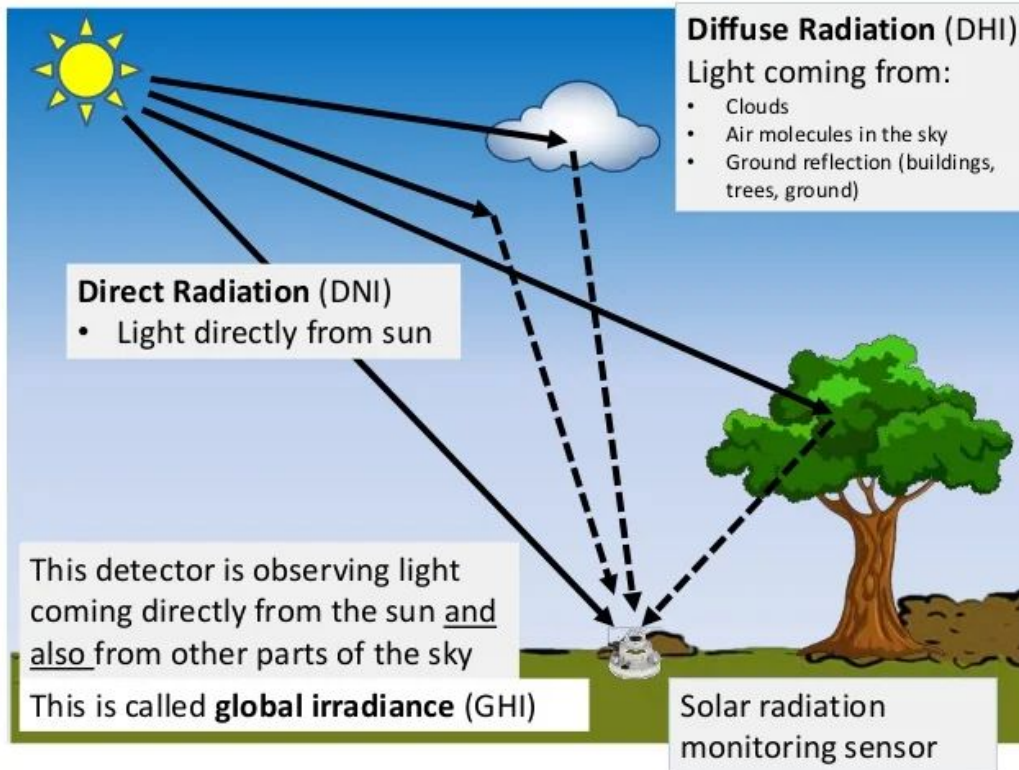
- Mengenal perilaku matahari
- Jenis pembangkit listrik tenaga surya
- Komponen dan cara kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya
- Pengaruh PLTS terhadap sistem tenaga
- Regulasi terkait energi surya

Untuk mempermudah interaksi dan diskusi, silahkan mengakses:

[https://www.slido.com/
2972696](https://www.slido.com/2972696)



Mengenal Perilaku Matahari (1)

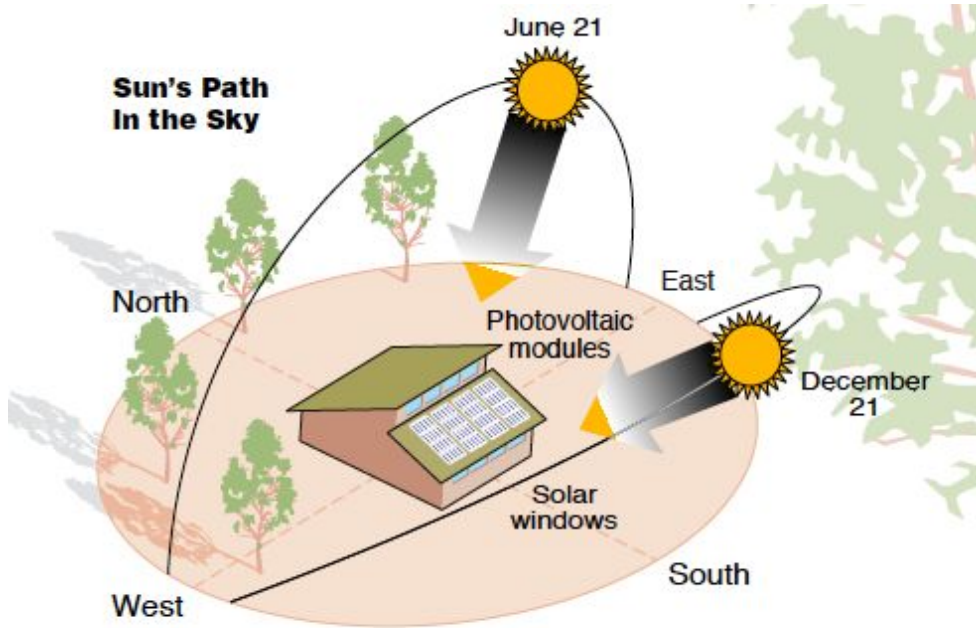


Jenis-jenis iradiasi matahari:

- **Langsung (*direct*):**
tanpa terhalang objek lain
- **Terdifusi (*diffused*):**
mengalami pemantulan dari objek lain
- **Gabungan (*global*):**
kerap digunakan untuk perhitungan potensi pembangkitan



Mengenal Perilaku Matahari (2)

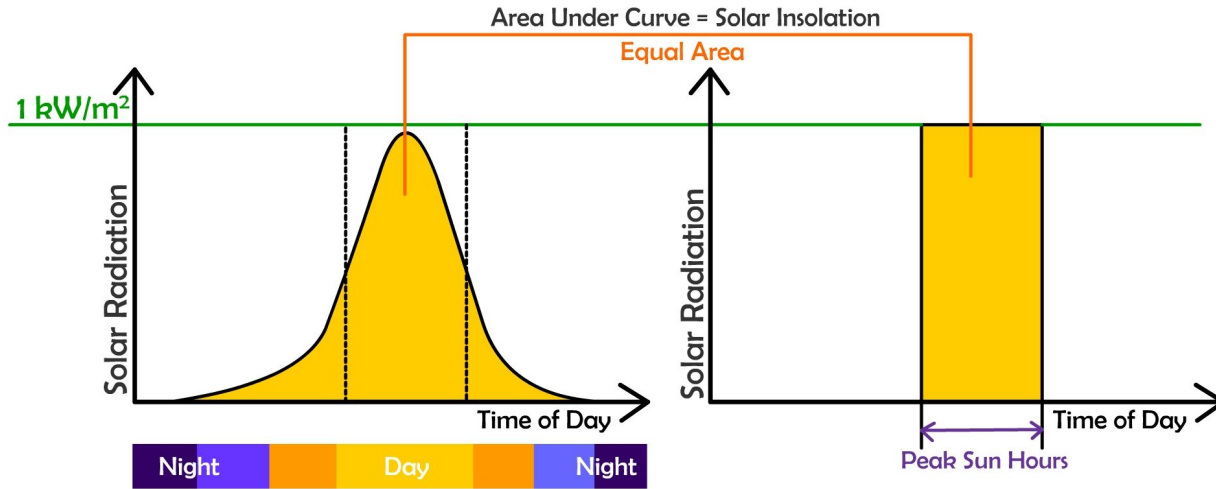


Juga dipengaruhi oleh:

- **Rotasi bumi:** mempengaruhi waktu efektif pembangkitan
- **Revolusi bumi:** lokasi garis lintang mempengaruhi sudut dan intensitas penyinaran



Konsep *Peak Sun Hour*

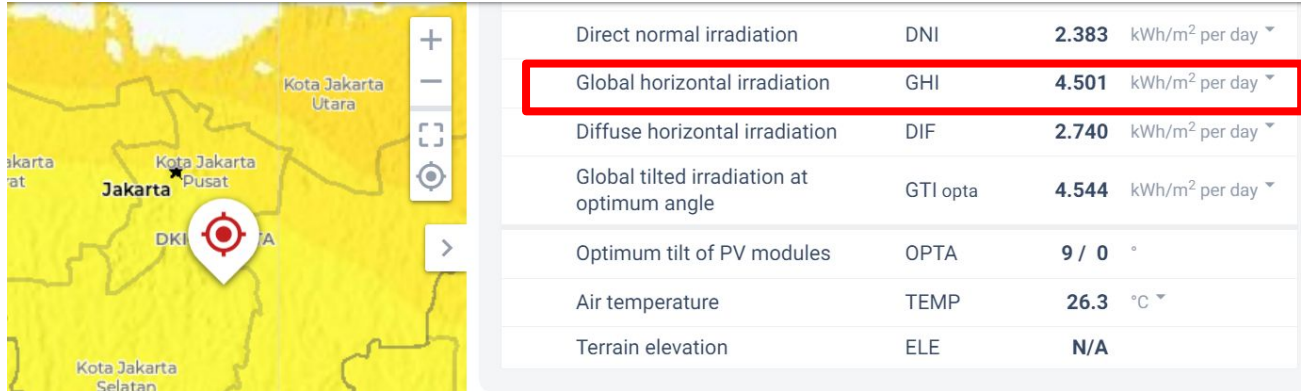


- Menghitung **jam efektif pembangkitan** dalam satu hari.
- Nilai rata-rata untuk Indonesia: **4,8 jam**
- Bergantung pada **lokasi, waktu** (sifat matahari)

$$\text{Energi per hari (Wh)} = \text{kapasitas (Wp)} \times \text{PSH (jam)}$$



Contoh Kasus



PLTS atap
berkapasitas **1000 Wp** di daerah Tebet,
Jakarta Selatan.
Berapa perkiraan
produksi energi
tahunan?

Energi per hari (Wh) = kapasitas (Wp) x PSH (jam)

$$= 1000 \times 4,5$$

$$= 4500 \text{ Wh} = 4,5 \text{ kWh}$$

Energi per tahun = 4,5 kWh x 365

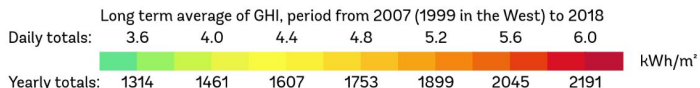
$$= 1.642,5 \text{ kWh} = \mathbf{1,64 \text{ MWh}}$$



Potensi Energi Surya Indonesia

SOLAR RESOURCE MAP

GLOBAL HORIZONTAL IRRADIATION INDONESIA



This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit: <http://globalsolaratlas.info>

<https://globalsolaratlas.info/map>

- Potensi teknis IESR: **7.7 TW** (Beyond 443 GW), telah mempertimbangkan penggunaan lahan.
- Perlu dilakukan studi lebih lanjut dari potensi teknis untuk menentukan **jumlah pembangkit yang dapat dibangun**



Diskusi

Apa saja jenis pembangkit listrik tenaga surya yang anda ketahui?

[https://www.slido.com/](https://www.slido.com/2972696)
2972696

Jenis-jenis PLTS semakin berkembang



Atap



Ground-mounted



Building-integrated



Terapung



Agri-voltaik

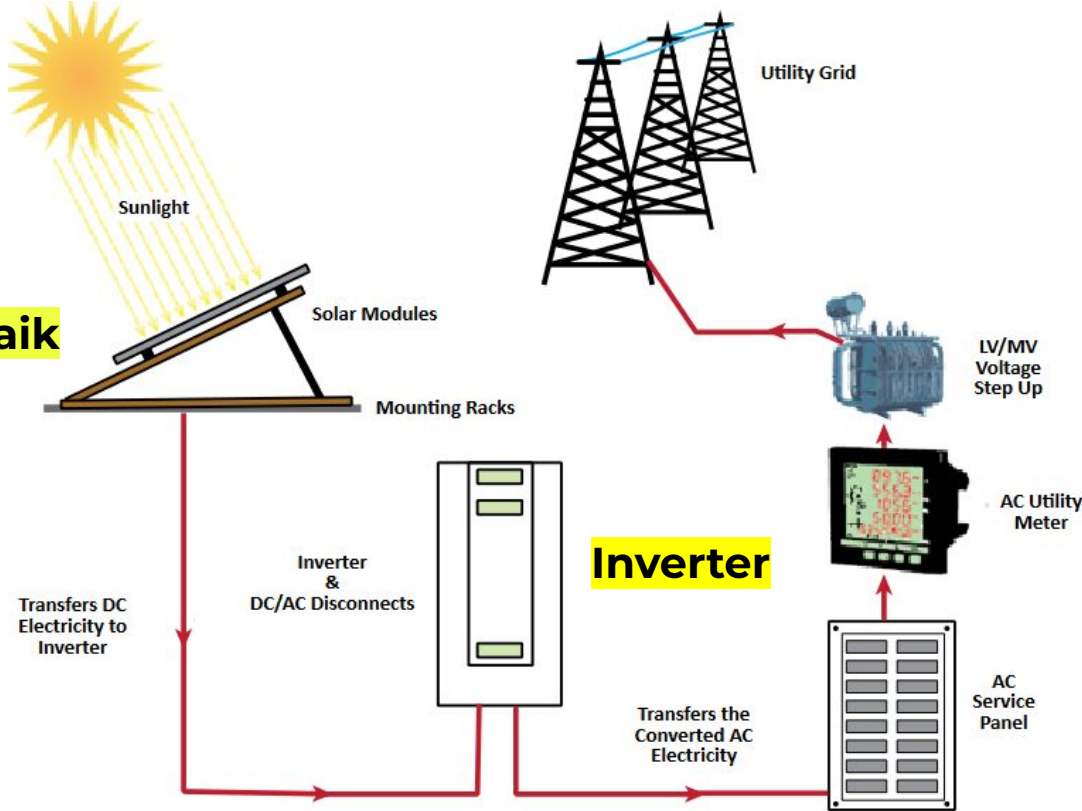


Vertikal

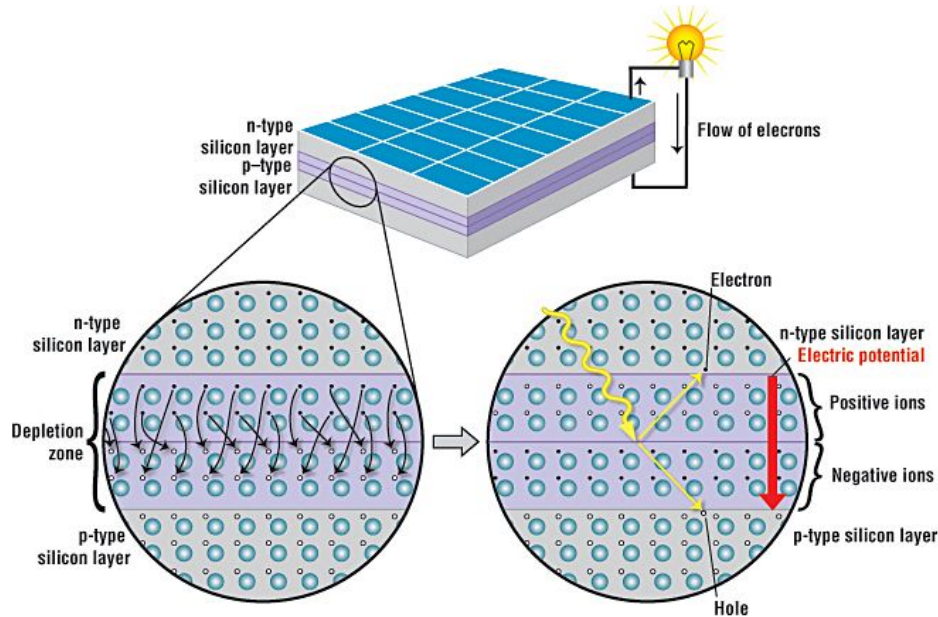
Komponen PLTS



Modul fotovoltaik



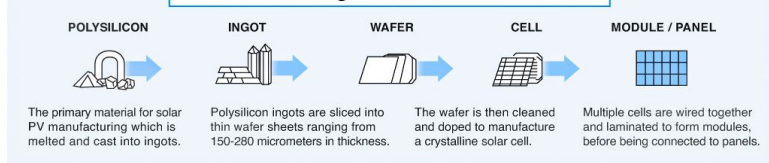
Modul fotovoltaik



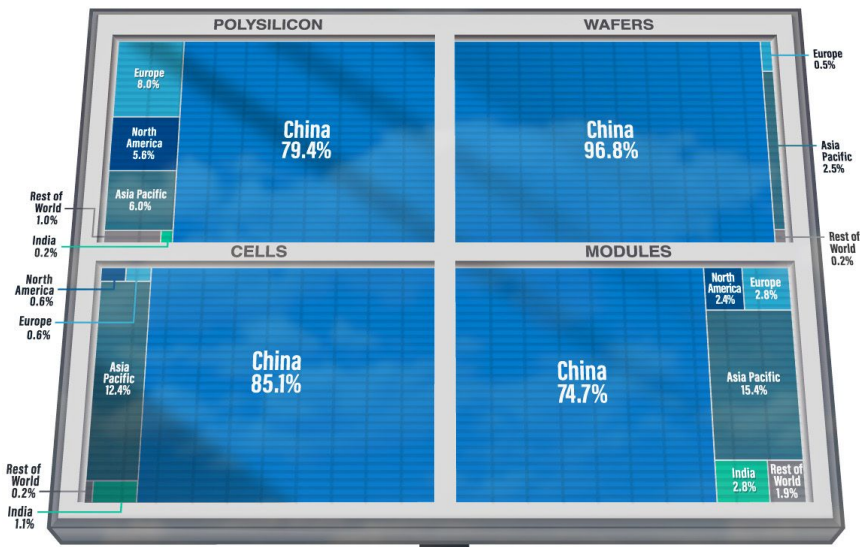
- Mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik
- Prinsip utama: memanfaatkan **foton** untuk menciptakan perbedaan **potensial listrik**
- Efisiensi saat ini mencapai **23%**: **semakin sedikit lahan yang dibutuhkan**
- Perkiraan kebutuhan lahan: **1,5 - 2 hektar** untuk **1 MW**
- Jenis:
 - **Silikon kristalin:** monokristalin (**TOPCon**, PERC), polikristalin.
 - **Thin film:** CdTe, CIGS
 - **Teknologi lainnya:** perovskite, *multi-junction*



The Manufacturing Process for Solar PV Panels



Share of Manufacturing Capacity by Country/Region in 2021

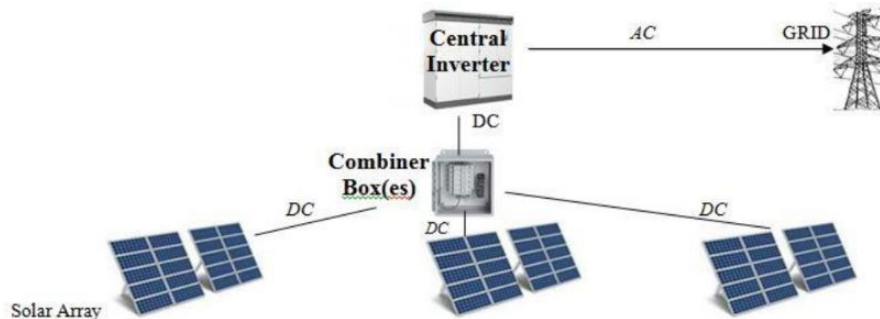
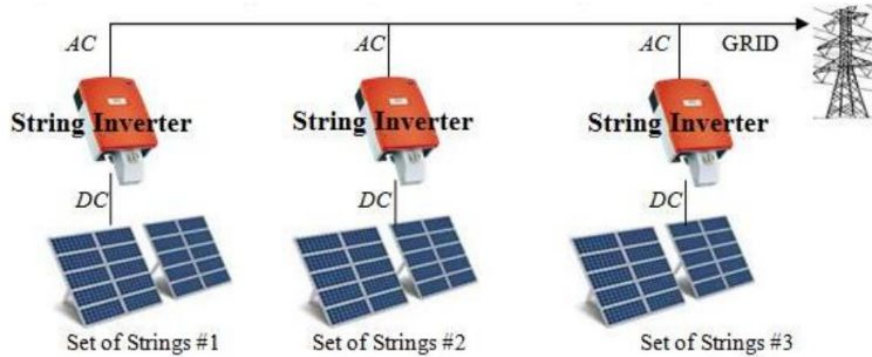


China made up 55% of global solar panel manufacturing capacity in 2010, with its share rising to 84% in 2021.

The total value of global solar PV related trade increased by more than 70% YoY to reach over \$40B in 2021.

- **Tiongkok menguasai pasar modul fotovoltaik dunia**
 - Dukungan penuh dari pemerintah, kawasan industri yang terintegrasi, skala produksi yang masif, perencanaan jangka panjang (sejak sekitar tahun 2005)
 - Beberapa negara mulai merespon (contoh: AS dengan *Inflation Reduction Act*)
- **Negara Asia Tenggara:** Vietnam (34 GW/tahun), Malaysia (15 GW), Thailand (11 GW), Kamboja (7 GW), Indonesia (1 GW)

Inverter



- Mengubah listrik searah (DC) menjadi bolak-balik (AC)
- Harus dilakukan karena jaringan menggunakan listrik AC sedangkan PLTS menghasilkan listrik DC
- Jenis-jenis inverter:
 - Inverter **sentral**
 - Inverter **string**
 - Inverter **on-grid/ grid-tied**
 - Inverter **off-grid/ stand-alone**
 - Inverter **satu fasa**
 - Inverter **tiga fasa**

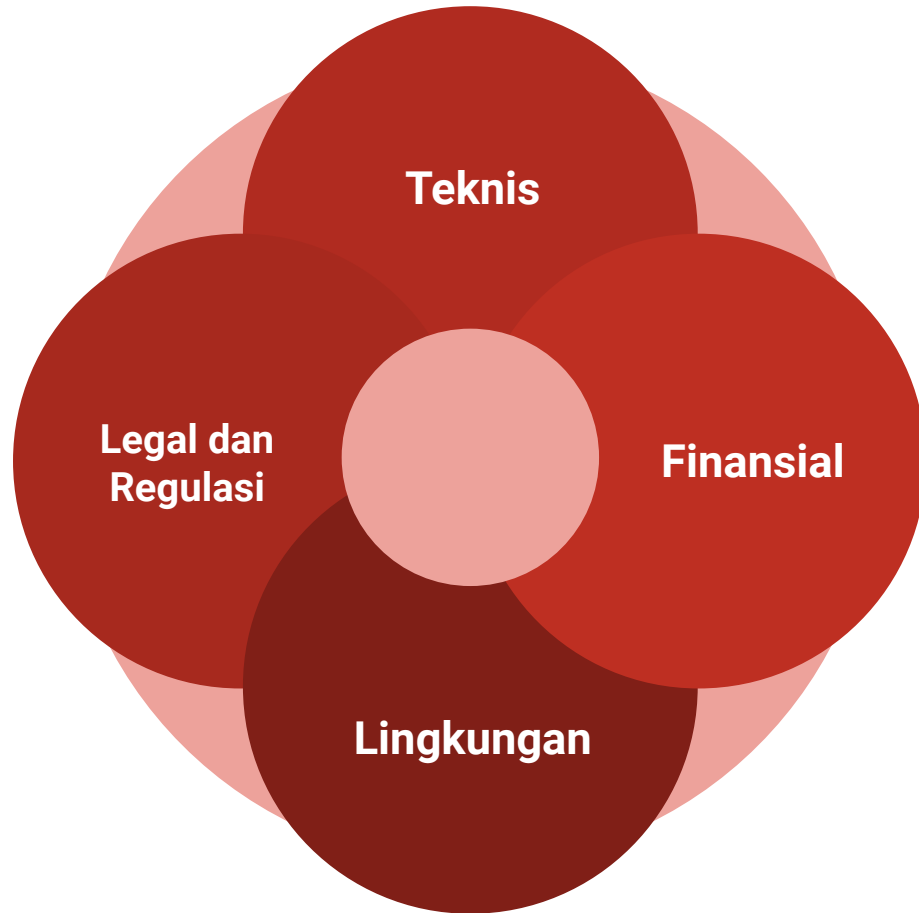


Diskusi

Tantangan apa saja dalam pengembangan PLTS di Indonesia?

[https://www.slido.com/
2972696](https://www.slido.com/2972696)

Aspek tantangan pengembangan PLTS





Beberapa regulasi terkait energi surya

Perpres 112/2022

- Mengatur **harga jual energi terbarukan** kepada PLN, termasuk PLTS

Permen ESDM 2/2024

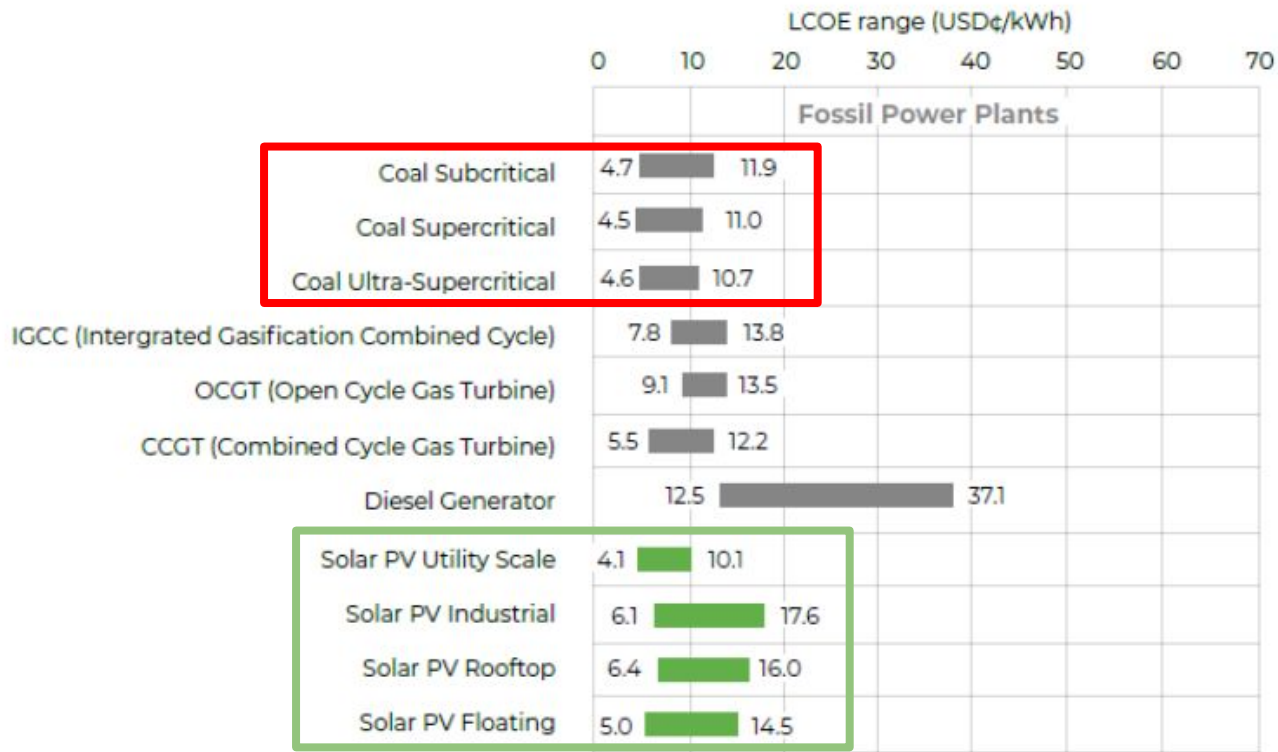
- Ekspor listrik **PLTS atap** tidak dihargai lagi dengan pengurangan tagihan listrik
- Penetapan kuota pengembangan PLTS atap oleh PLN

Permenperin 23/2023

- Nilai **TKDN barang modul surya 60%** pada tahun 2025
- Sedang dalam proses penyesuaian/revisi



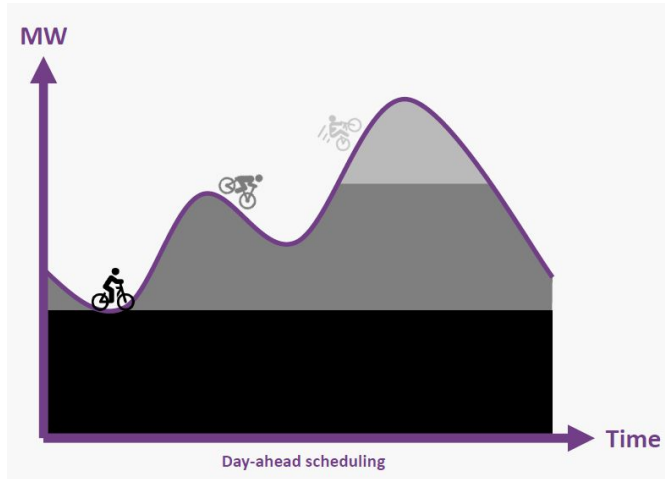
Harga energi surya di Indonesia



- Harga energi surya **semakin murah**, didukung dengan perkembangan teknologi modul surya
- Energi batubara dibantu dengan kebijakan **domestic market obligation** dan belum mempertimbangkan **pajak karbon**



Sifat teknis dari pembangkit PLTS



Variabel

Produksi **berubah-ubah** tergantung kondisi penyinaran

Non-dispatchable

Tidak bisa **menyesuaikan** dengan beban secara mandiri

Intermiten

Pembangkitan efektif hanya pada **pagi sampai sore hari**.

Dapat terprediksi secara terbatas

Saat ini galat prediksi dapat turun hingga hanya **2%**

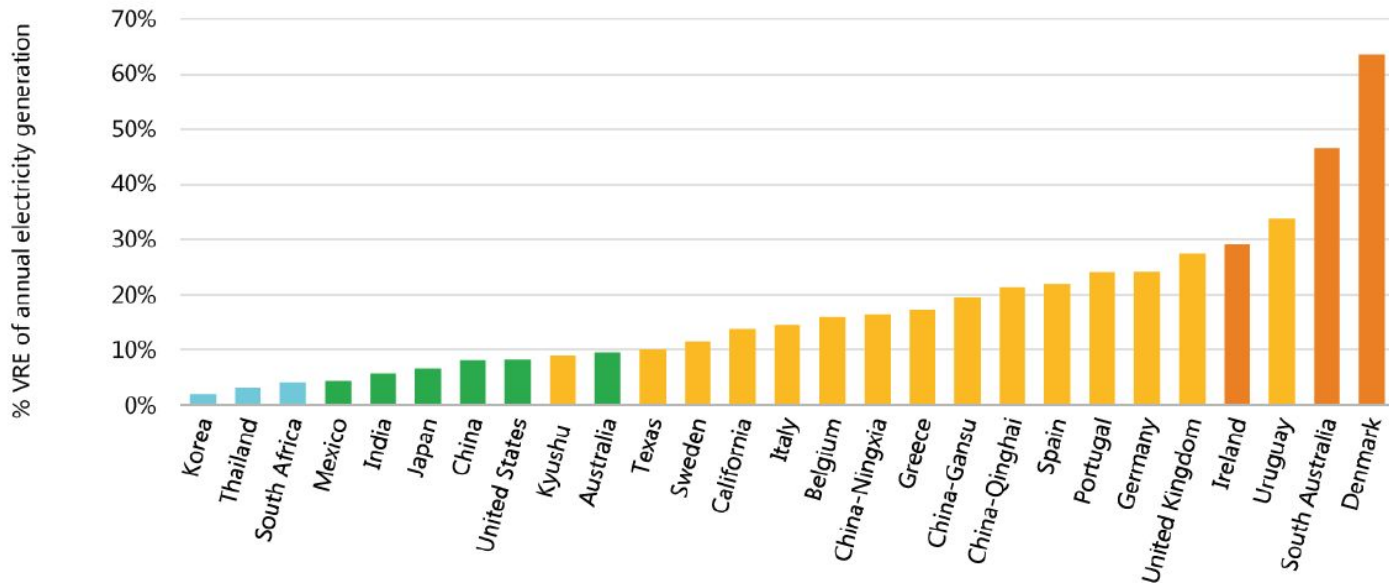
Spesifik lokasi

Potensi pembangkitan tergantung dari **lokasi pembangkit**

Modular

Skala pembangkit dapat disesuaikan (dari skala kecil hingga utilitas)

Ada tantangan teknis, tapi bukan berarti tanpa solusi



**Operasi
pembangkitan
fleksibel**

**Forecasting
yang lebih baik**

Energy storage

**Ancillary
services**

**Perbaikan
infrastruktur
jaringan**



Tahapan pengembangan energi surya

Pemetaan dan Studi

Dilakukan **studi pra-kelayakan** dan **studi kelayakan** untuk menentukan apakah proyek layak dijalankan

Pengadaan

Pengadaan oleh **PLN** (untuk skala utilitas) atau **pemilik aset** (mis. untuk PLTS atap)

Kontrak dan Pendanaan

Penanda tanganan **kontrak** dengan PLN atau pemilik aset. Untuk proyek besar biasanya digunakan skema **project financing** dengan pinjaman

Persiapan dan Konstruksi

Persiapan lahan dan pengadaan barang dan jasa. **Konstruksi** berkisar **1-2 tahun**, tergantung skala proyek

Operasi dan Pemeliharaan

Commissioning dan operasi serta **pemeliharaan** aset



Diskusi

Apa pandangan anda untuk mengatasi tantangan pengembangan PLTS di Indonesia?

[https://www.slido.com/
2972696](https://www.slido.com/2972696)

Contoh pemanfaatan energi surya di masyarakat



144 unit panel surya untuk PATS di Desa Kaliurip, Kecamatan Purwojati, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah.

Sumber: IESR (2024). Dari Jawa Tengah untuk Indonesia: Transisi Energi bersama Rakyat

- **Desa Kaliurip**, Kecamatan Purwojati, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah
- Membantu peningkatan hasil panen hingga **3 kali dalam 1 tahun**.
- Dahulu menggunakan pompa tenaga diesel yang harus disewa oleh para petani dengan biaya **25 ribu per jam**.
- Iuran PTAS sebesar **40 ribu per musim tanam**.
- Berkapasitas **44 kWp** dan diajukan masyarakat dengan sumber dana dari APBD Pertanian Kabupaten Banyumas 2018.

Contoh pemanfaatan energi surya di masyarakat



Keliki, Bali: Desa Energi Berdikari Pertamina Berbasis Energi Terbarukan

Published by: merdeka.com 📅 30 September 2022
Di baca: 40 kali

Dampak pemanfaatan energi terbarukan:

- Dimanfaatkan sebagai **pompa air tenaga surya** untuk kebutuhan **subak (pengairan pertanian)**
- Dimanfaatkan untuk **pengolahan sampah TPS3R**
- Peningkatan daya tarik wisata berkonsep **eco-village**

Merdeka.com - Desa Keliki, Ubud, Kabupaten Gianyar, Bali menjadi salah satu proyek percontohan program Desa Energi Berdikari Pertamina berbasis energi baru terbarukan (EBT). Desa Keliki juga menjadi tujuan studi para delegasi negara-negara G20 yang tergabung dalam Energy Transition Working Group (ETWG) G20 pada awal September 2022.

Desa Keliki telah dipasang 8 titik solar PV dengan kapasitas 28 kWp untuk menjangkau 1.200 KK. Energi bersih tersebut digunakan untuk berbagai kebutuhan masyarakat desa seperti mengoperasikan Tempat Pengelolaan Sampah Reduce, Reuse, Recycle (TPS3R), pembangunan Eco-Village, dan Agriculture berbasis energi baru terbarukan.

Sumber: Universitas Pertamina (2022). Keliki, Bali: Desa Energi Berdikari Pertamina Berbasis Energi Terbarukan. [Tautan](#)



Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)



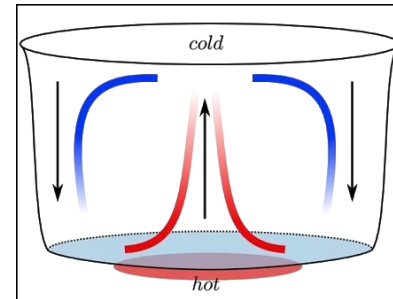
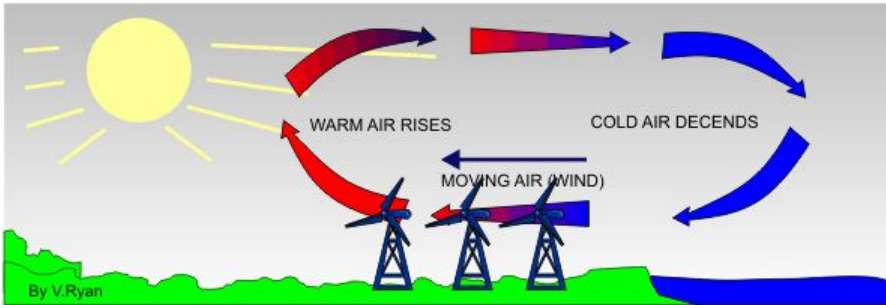
Wind power plant

Pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) merupakan pembangkit yang menggunakan energi kinetik angin untuk dapat dikonversi menjadi energi listrik.



Proses pembentukan angin.

Angin adalah udara yang bergerak yang disebabkan oleh adanya perubahan tekanan atmosfer bumi, yang mana penyebabnya karena terdapat perubahan temperatur.

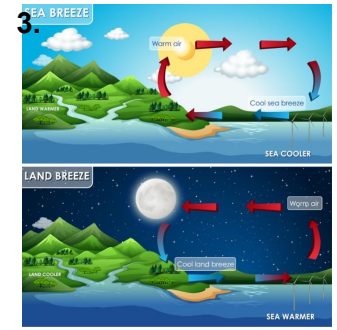
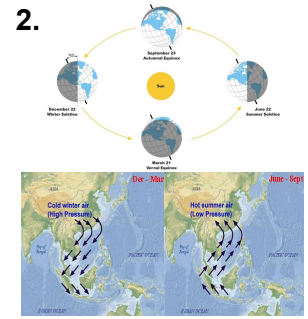
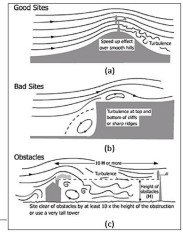
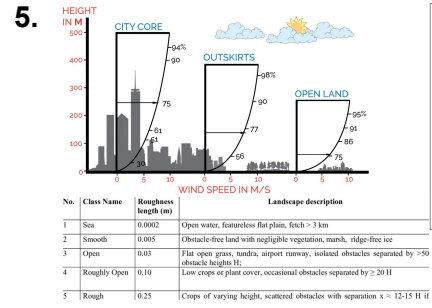
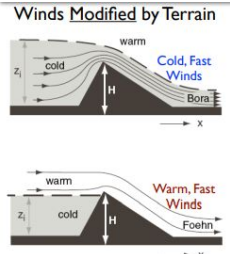
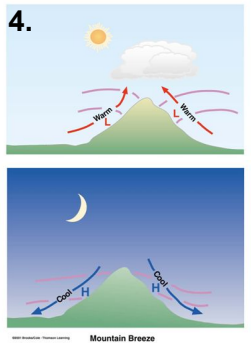
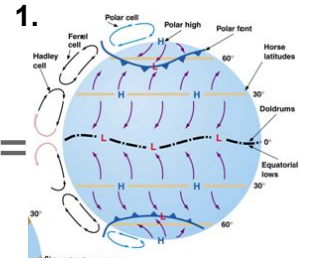
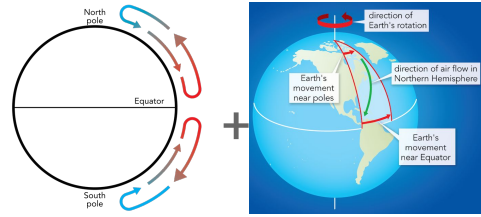


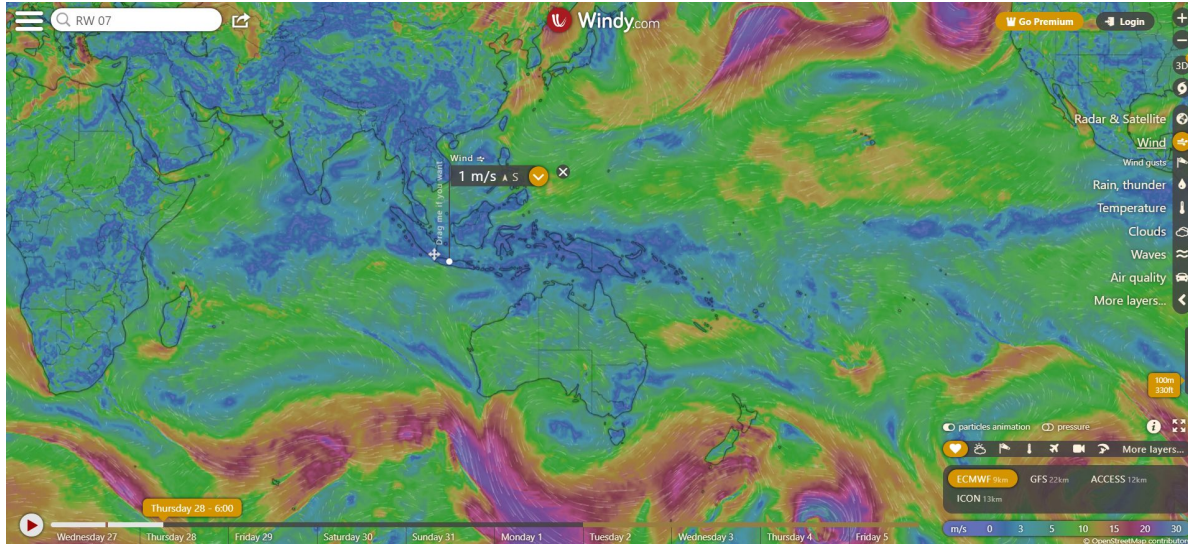


Faktor yang mempengaruhi karakteristik angin suatu lokasi.

Berikut yang mempengaruhi kenapa potensi energi angin sangat **site-specific** dan memiliki karakter pada masing-masing lokasi:

1. Rotasi bumi
2. Perbedaan dan perubahan musim
3. Adanya angin darat dan angin laut
4. Pengaruh topografi
5. Pengaruh tutupan lahan





<https://www.windy.com/>



Komponen-komponen utama PLTB.

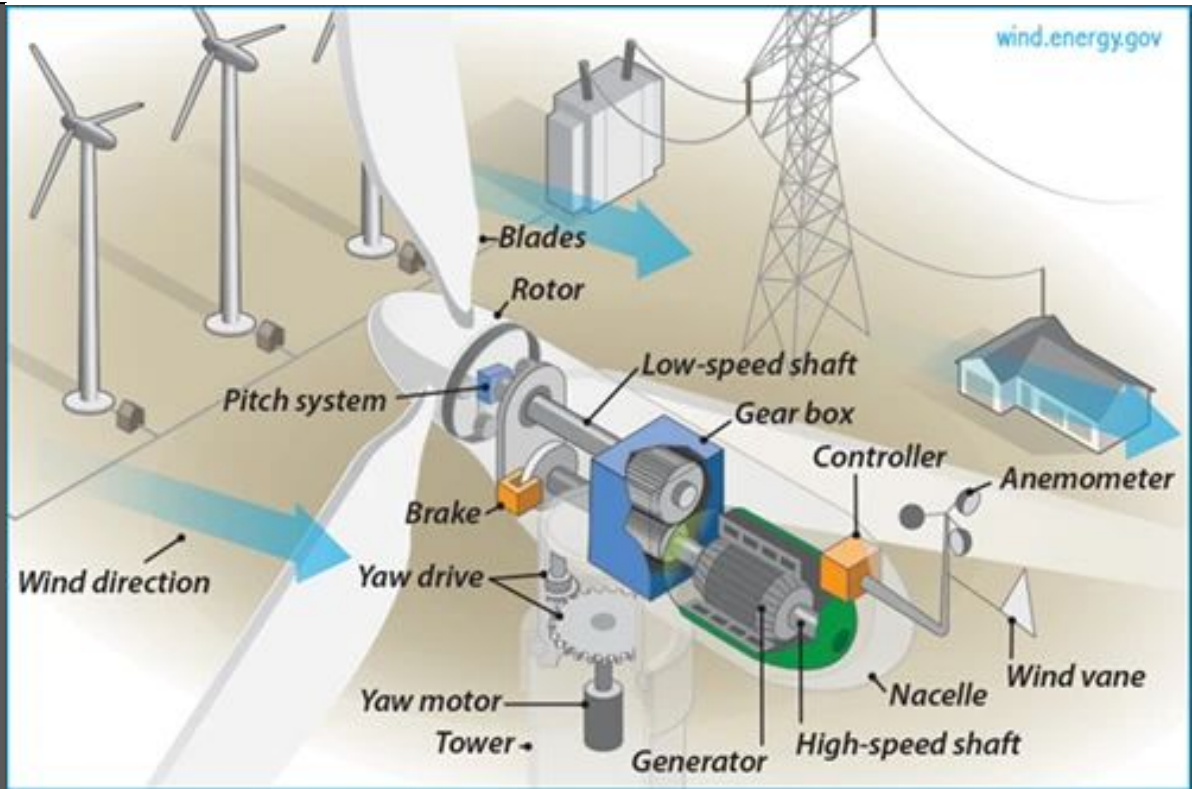
Rotor Turbin:
Serangkaian komponen yang berputar, terdiri dari *blade, hub, pitch, shaft*

Generator: Perangkat yang mengkonversikan energi mekanik putaran rotor menjadi listrik

Yawing: Mekanisme turbin menghadap ke arah angin

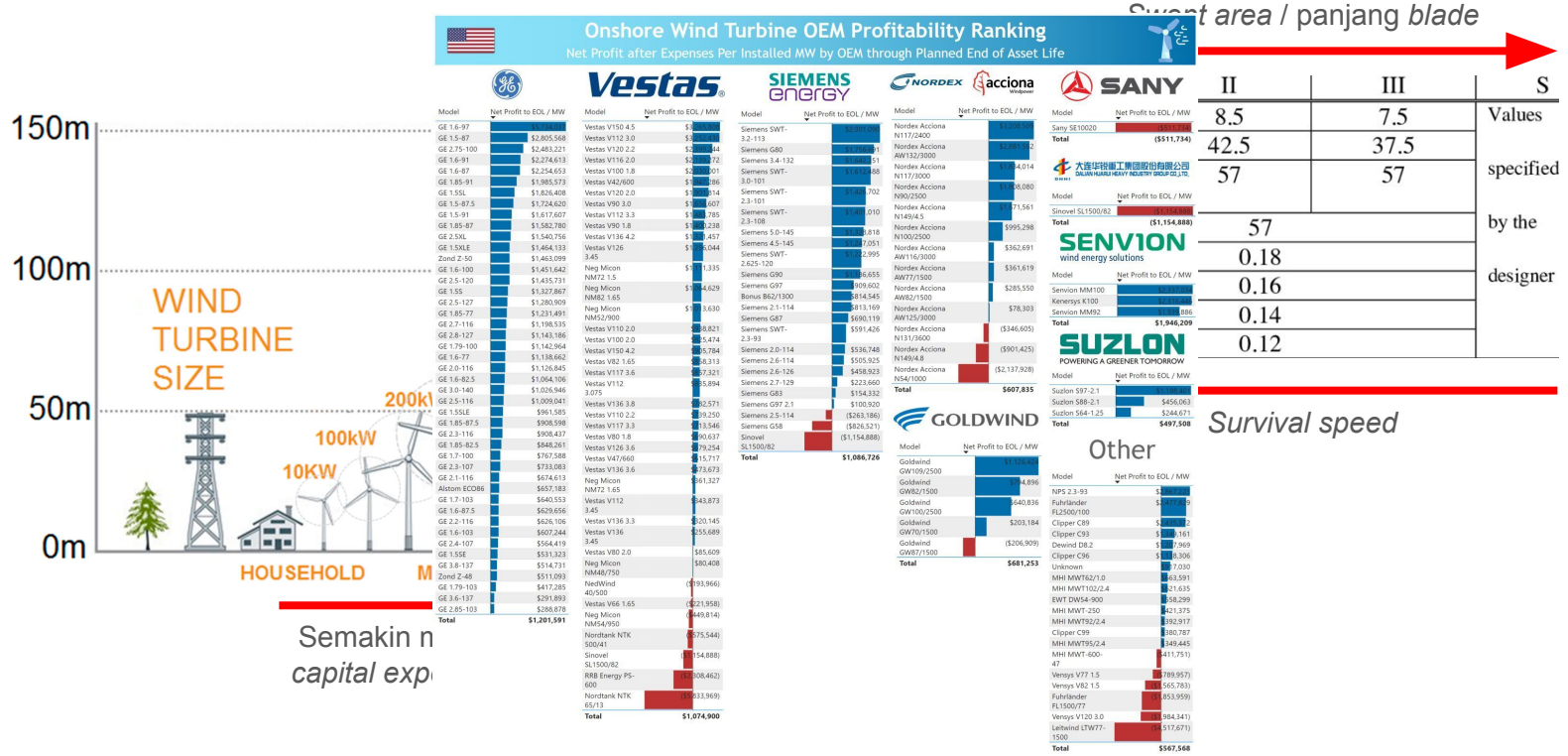
Nacelle: Rumah perangkat-perangkat turbin

Tower





Memecah mitos Indonesia tidak cocok untuk pemanfaatan PLTB





PLTB terpasang di Indonesia.

PLTB Sidrap (On-shore)
Developer: UPC Renewable



Capacity: 75 MW
PPA Capacity: 70 MW

PPA price: 11 cent \$/kWh
Total Project Cost: 150 million USD
Funded by: Senior Debt from OPIC (DFC) and refinanced by IIF

Project start: 2012
PPA contract: Agustus 2015
COD: April 2018

Location: Mattirotasi and Lainungan Village, Wattang Pulu, Sidenreng Rappang, South Sulawesi

Wind turbine: 30 units of Gamesa G114 2.5 MW turbines. Turbine installed at 80 m towers with blade length of 57 m

Land use: 98 Ha, consisting of 50 hectares community land and 48 hectares production forest

LCR (estimation): 38.51%

PLTB Tolo - Jeneponto (On-shore)
Developer: Vena Energy



Capacity: 72 MW
PPA Capacity: 60 MW

PPA price: 11.85 cent \$/kWh
Total Project Cost: 150 million USD
Funded by: ADB Asia's private sector, Infrastructure Fund, Canadian Climate Fund for Private Sector

Project start: 2014
PPA contract: November 2016
COD: September 2019

Location: Lengke-Lengkese, Binamu, Jeneponto, South Selatan

Wind turbine: 20 units of Siemens Gamesa SG126 3.6 MW turbines. Turbine installed at 126 m towers with blade length of 63 m

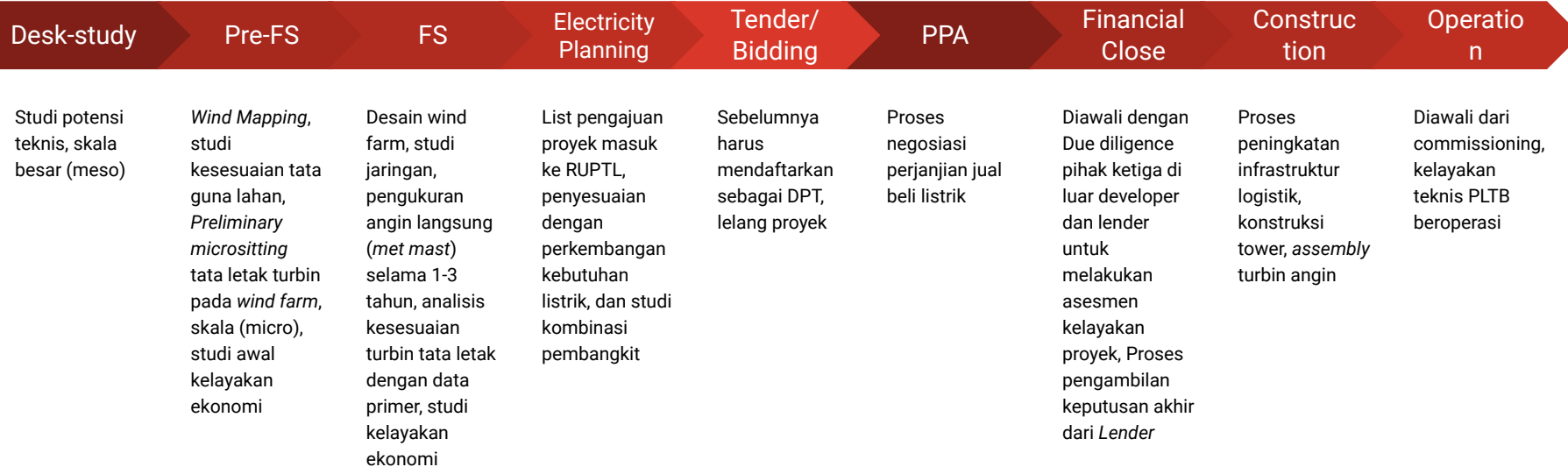
Land use: 80 Ha, consisting of community land

LCR (estimation): 15.61%



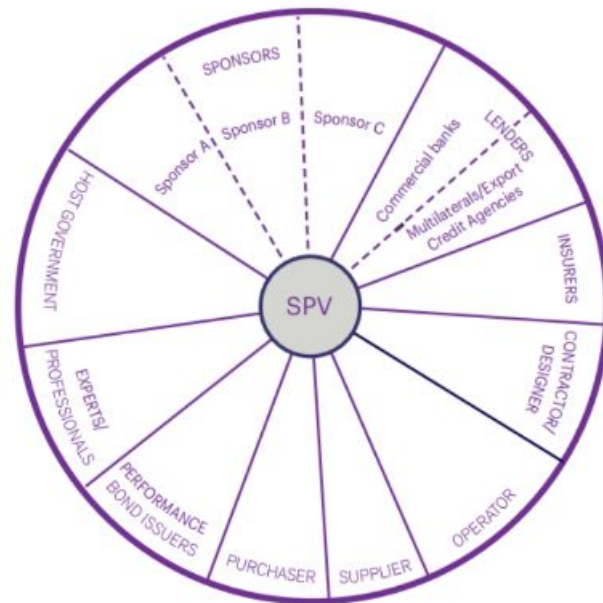
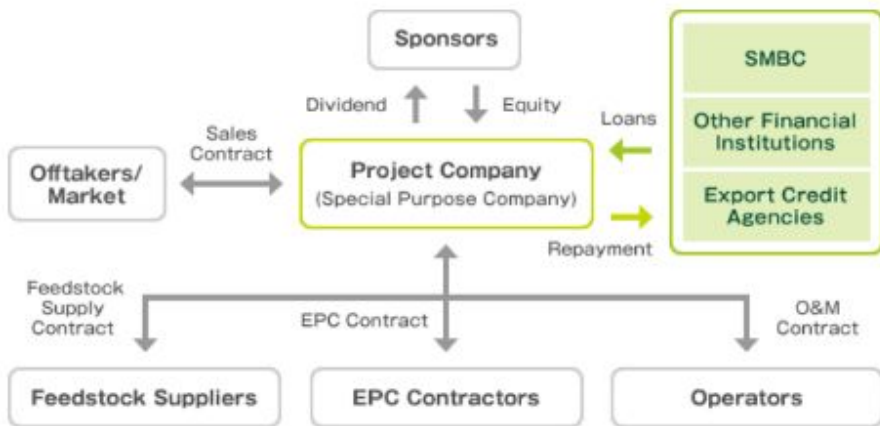
Istilah-istilah dalam pengembangan proyek di Indonesia.

PPA/PJBL PPA price PPA capacity PPA contract	kW, MW, GW DC vs. AC	NCF and AEP	COD	EPC	WRA
LCR	BOOT vs. BOO	Degradation or Derating	SPV or SPC.	Concessional vs. commercial loans	ESIA
Take-or-Pay vs. Take-and-Pay	Ceiling Price vs. FiT	Project Finance vs. Corporate Finance	Pre-FS and FS	P50, P90, P99	Due Diligence





Aktor-aktor dalam pengembangan proyek pembangkit listrik basis *project finance*.





Terima Kasih

Accelerating Low Carbon Energy Transition

 www.iesr.or.id

 [iesr.id](https://www.facebook.com/iesr.id)

 [iesr.id](https://www.instagram.com/iesr.id)

 [IESR](https://twitter.com/IESR)

 [iesr](https://www.linkedin.com/company/iesr)