



# INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

## FAKULTAS VOKASI

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN DIII  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA DIII

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 485390, 486986, 487540 Fax. (0274) 487249  
Email : info@itny.ac.id, Website : www.itny.ac.id

No : 15/ITNY/FV/V/2021  
Hal : Permohonan menjadi pembicara webinar  
Lamp. : 1 lembar

Kepada Yth :

Dr. Kunaifi, S.T., PgDipEnSt., M.Sc.

Dosen Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru.

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan akan diadakannya webinar dengan tema Trend Energi Masa Depan (*The Future Energy Trend*), yang insya Allah akan dilaksanakan besok pada :

Hari, tanggal : Sabtu, 29 Mei 2021

Jam : 10.00 WIB sampai selesai

Tempat : secara online dengan aplikasi Zoom

maka dengan ini kami memohon kiranya Bapak Dr. Kunaifi, S.T., PgDipEnSt., M.Sc.. berkenan untuk menjadi pembicara

Demikian surat permohonan kami, atas terlaksananya permohonan ini kami ucapkan banyak terimakasih.

Yogyakarta, 21 Mei 2021

Dekan Fakultas Vokasi



Tugino, ST., MT.

NIK : 1973 0085

Tembusan :

1. Rektor ITNY
2. Arsip.



**Fakultas Vokasi**

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

**(ITNY)**

# Sertifikat

Diberikan kepada

**Dr. Kunaifi, S.T., PgDipEnSt., M.Sc.**

Atas partisipasinya sebagai

**Pembicara**

pada Webinar “Tren Energi Masa Depan”

di Fakultas Vokasi Institut Teknologi Nasional Yogyakarta dengan materi :

**Preparing a Large-Scale PV Power Plant Feasibility Study**

yang dilaksanakan pada Sabtu, 29 Mei 2021

---

Yogyakarta, 29 Mei 2021



  
Tugino, S.T., M.T.

Dekan Fakultas Vokasi ITNY



# STUDI KELAYAKAN PLTS ON-GRID SKALA MEGAWATT

**KUNAIFI**

Webinar Trend Energi Masa Depan  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta  
29 Mei 2021

# OUTLINE

- Bio
- PLTS terpusat dan PLTS on-grid
- Lokasi instalasi PLTS
- Fase proyek PLTS skala besar
- Mengapa perlu FS PLTS skala utilitas
- Indikator kelayakan
- Panduan penyusunan FS
- Survei Lokasi
- Shading analisis
- Data meteorologi
- Analisis produksi energi
- Analisis finansial (detail)
- Format laporan FS
- Contoh laporan FS (cuplikan)



# BIO

# PLTS TERPUSAT VS ON-GRID

## PLTS Terpusat



Off-grid, stand-alone, jaringan lokal, biasanya antara 1 kWp s/d 1000 kWp, misal: program listrik desa, peluang kecil karena RE  $\approx$  100%.

## PLTS on-grid

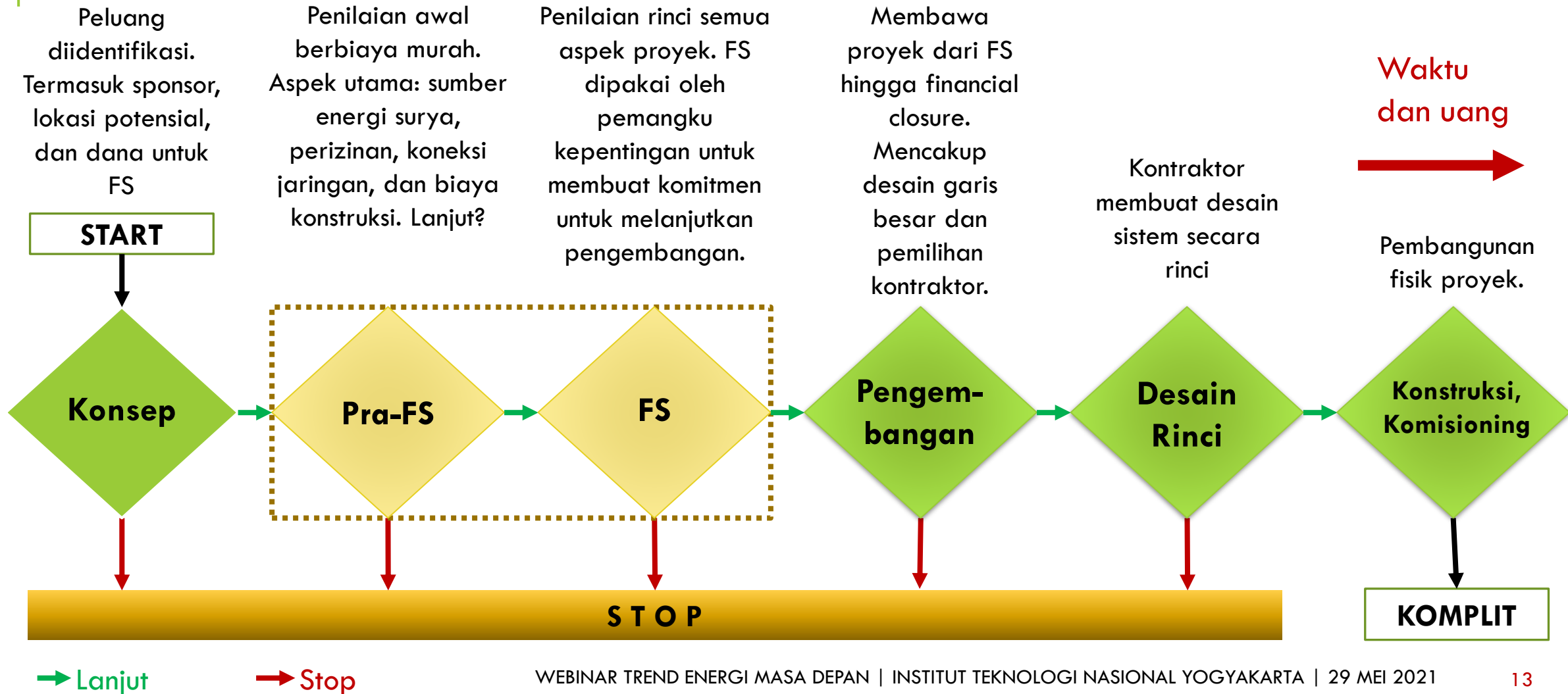


On-grid, parallel dengan grid PLN, biasanya  $>$  1 MWp, misal: PLTS skala utilitas, peluang makin besar. PLTS rooftop?

# LOKASI INSTALASI PLTS



# FASE PROYEK PLTS





# MENGAPA PERLU FS PLTS SKALA UTILITAS?

Pembuat keputusan seringkali tidak *familiar* dengan teknologi PLTS.

Panduan awal yang menunjukkan potensi yang baik untuk implementasi PLTS meliputi:

- Ada kebutuhan pembangkit listrik,
- Suplai listrik untuk konstruksi baru atau renovasi,
- Biaya energi konvensional tinggi,
- Keinginan pemangku kepentingan utama,
- Akses mudah ke pendanaan: subsidi dan hibah,
- Sumber daya energi surya memadai: sumber melimpah menarik secara finansial.

Faktor-faktor tersebut perlu dianalisis.

# MENGAPA PERLU FS PLTS SKALA UTILITAS?

Peraturan Menteri ESDM Nomor 19 Tahun 2016 tentang Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik oleh PT PLN.

Pasal 14

Calon Pengembang PLTS Fotovoltaik melengkapi persyaratan:

- a) rekapitulasi perhitungan sendiri TKDN untuk keseluruhan sistem PLTS Fotovoltaik;
- b) bukti sertifikat uji modul surya fotovoltaik dan *inverter*;
- c) studi kelayakan (*feasibility study*); dan**
- d) studi penyambungan (*interconnection study*).

Menunggu Perpres Harga Listrik EBT.  
Draft: Harga jual listrik PLTS 1 MW s/d 25 MW dari tahun 1 – 8: US\$ 12,19 sen per kWh (Rp 1828).

# INDIKATOR KELAYAKAN

Alat ukur yang digunakan pengambil keputusan (payback period, IRR, NPV, LCOE), adalah faktor dari:

- Sumber energi tersedia (radiasi, suhu, *clearness index*),
- Kinerja peralatan (misalnya PR),
- Biaya: awal, tahunan, periodik,
- Pembiayaan (rasio & jangka waktu hutang, tingkat bunga),
- Pajak peralatan & pendapatan,
- Karakteristik lingkungan dari energi yang digantikan (batu bara, gas alam, minyak, PLTA besar, nuklir),
- Kredit lingkungan dan/atau subsidi (carbon credit, kredit GRK, hibah)

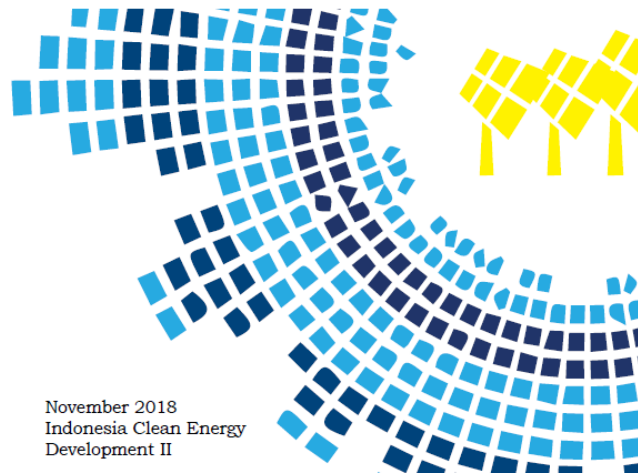
# PLTS TERPUSAT VS ON-GRID

## FS PLTS Terpusat



### PANDUAN

STUDI KELAYAKAN  
PEMBANGKIT LISTRIK  
TENAGA SURYA (PLTS) TERPUSAT

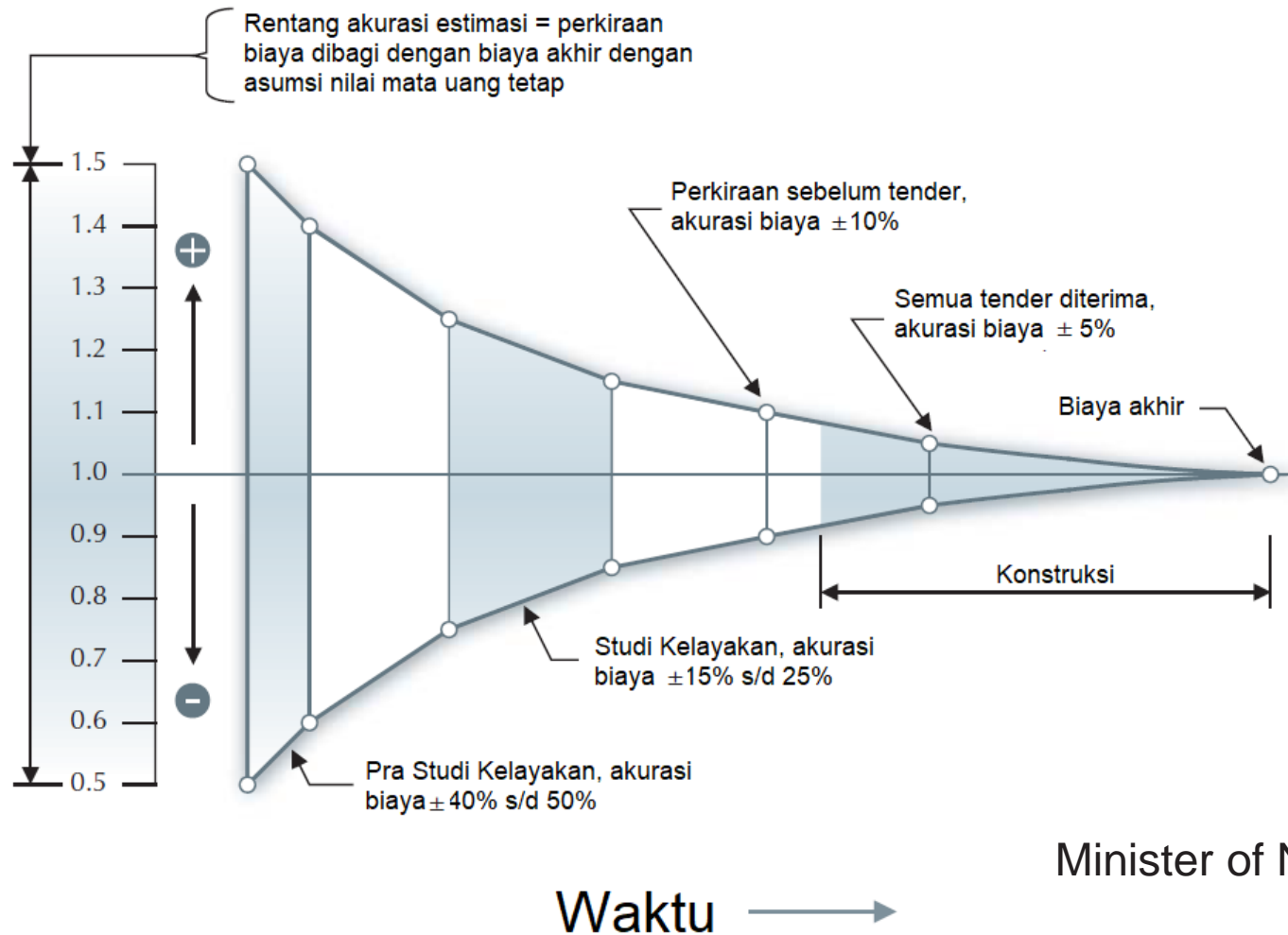


November 2018  
Indonesia Clean Energy  
Development II

## FS PLTS on-grid



# FASE PROYEK PLTS



## Akurasi biaya di setiap fase proyek PLTS

Minister of Natural Resources Canada 2001-2005

# BAHASAN HARI INI

- FS adalah tugas besar (1 MK di TE UIN Suska)
- Bahasan hari ini dibatasi pada aspek paling penting dari FS:
  - Survei Lokasi
  - Shading analysis
  - Data meteorologi
  - Analisis produksi energi
  - Analisis finansial (lebih rinci)

# SURVEI LOKASI

Dikombinasikan dengan analisis menggunakan GIS dan data monitoring.

- Koordinat: Lintang, Bujur, Ketinggian (dpl)
- Luas
- Peta topografi
- Data iklim: T (min, maks), RH (maks), RR (tahunan), P, petir (freq.)
- Sumber energi surya (radiasi  $W/m^2$  dan  $kWh/m^2$ )
- Lahan: luas, karang, batu, pasir, mahal, pertanian, hutan, erosi, drainase, kepemilikan, dll
- Fungsi lahan, kesiapan lahan.
- Titik koneksi: tegangan (JTR, JTM), jarak, kapasitas GI/GD (MW)
- Instalasi lain di lahan: PAM, listrik, gas, minyak, pembuangan, dll.
- Akses ke lokasi: kondisi jalan, jarak dari pelabuhan terdekat.

# SURVEI LOKASI



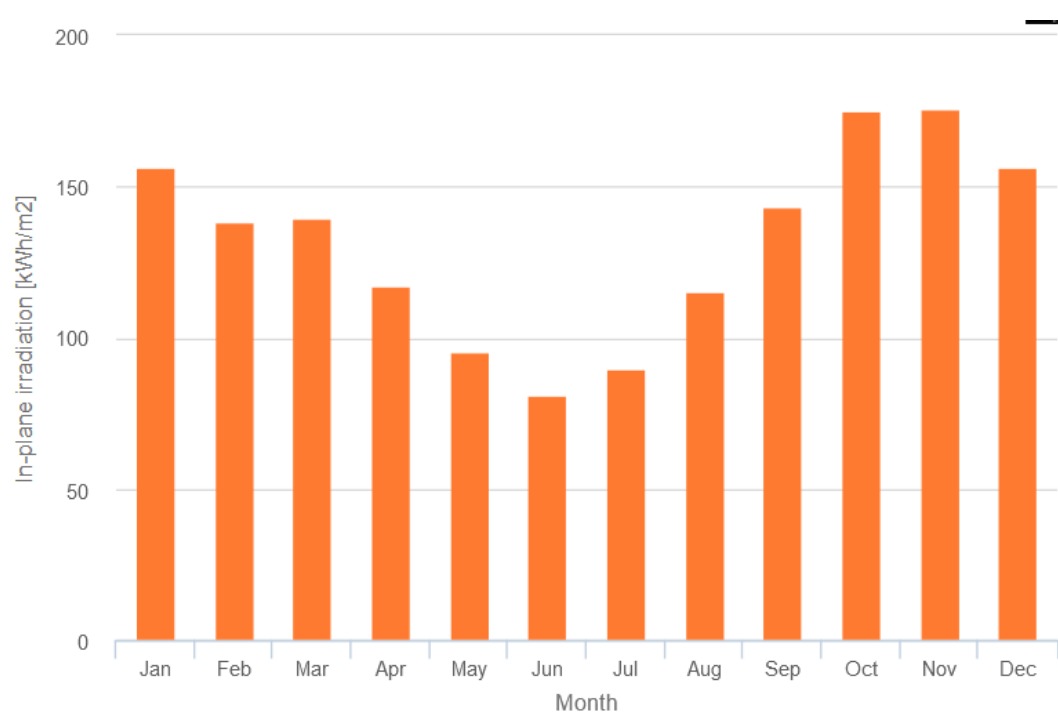
TOPOGRAFI



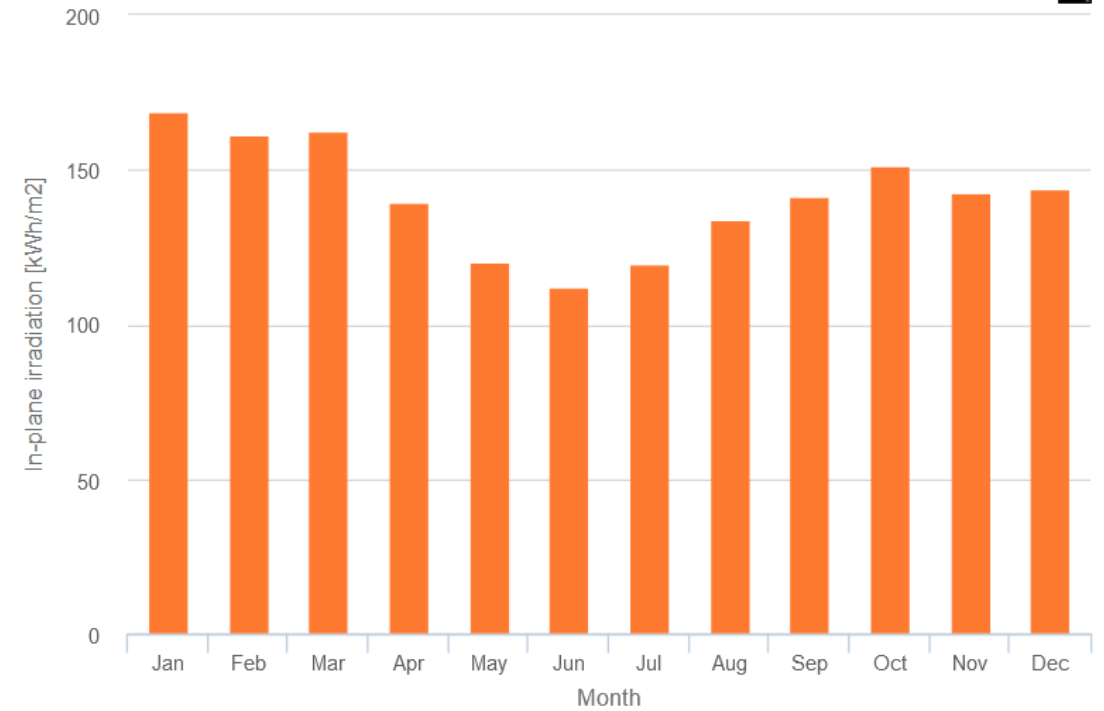


# SURVEI LOKASI

## SUMBER ENERGI SURYA



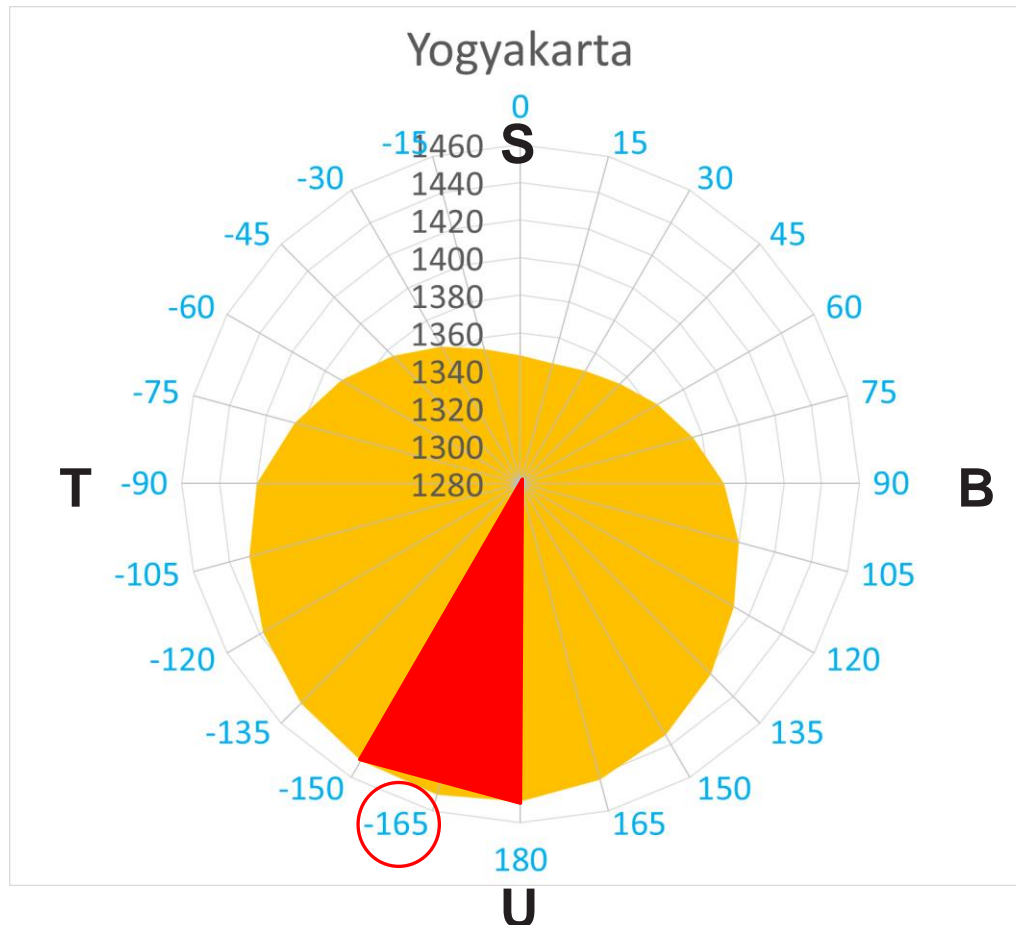
NTB



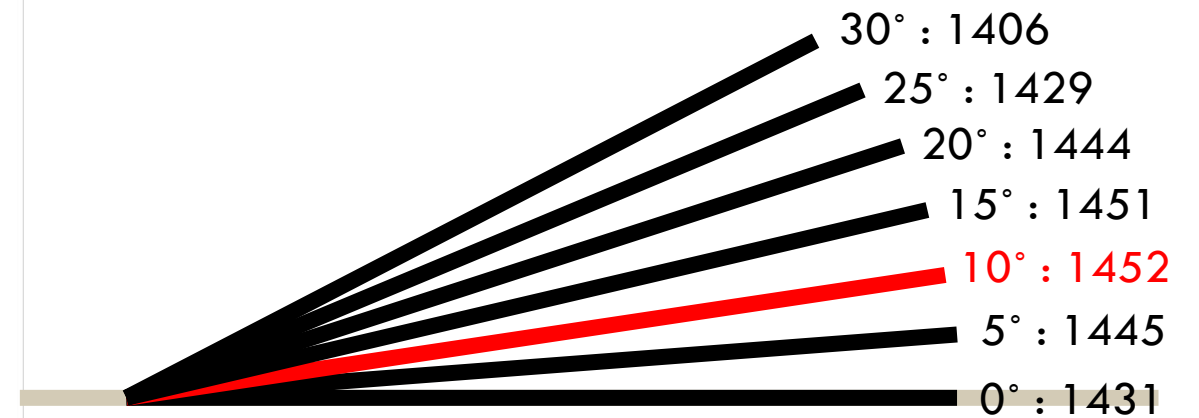
BANDA ACEH

# SURVEI LOKASI

## ORIENTASI

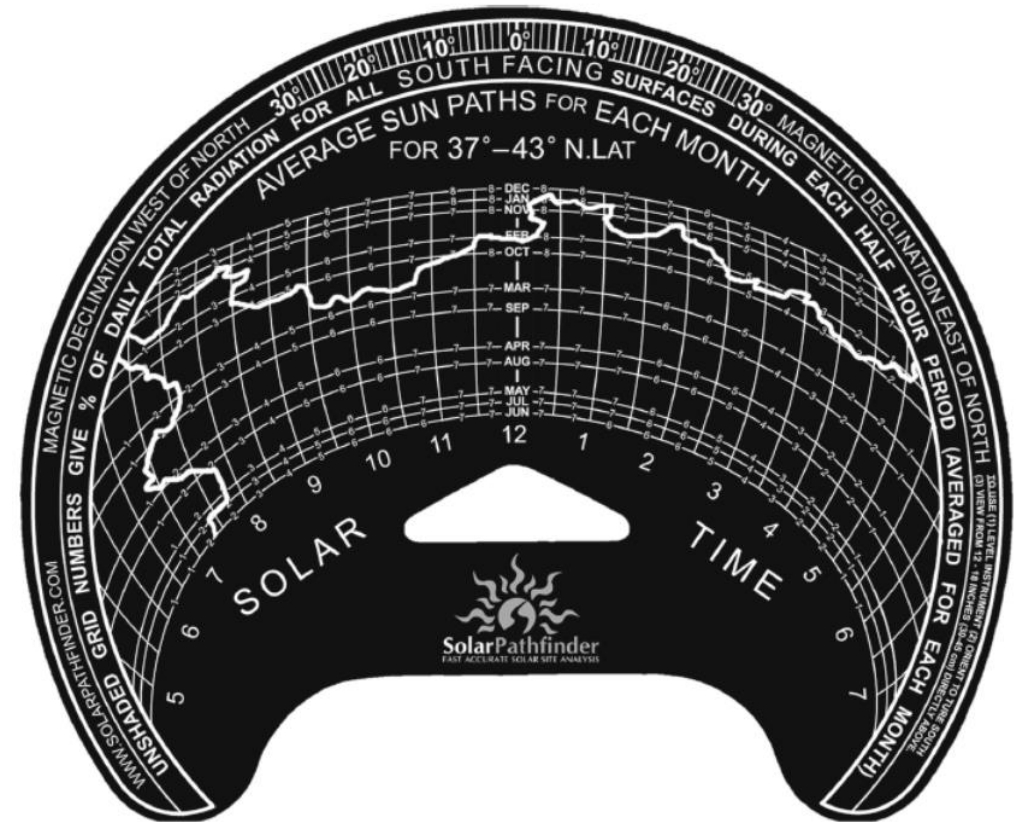


## KEMIRINGAN



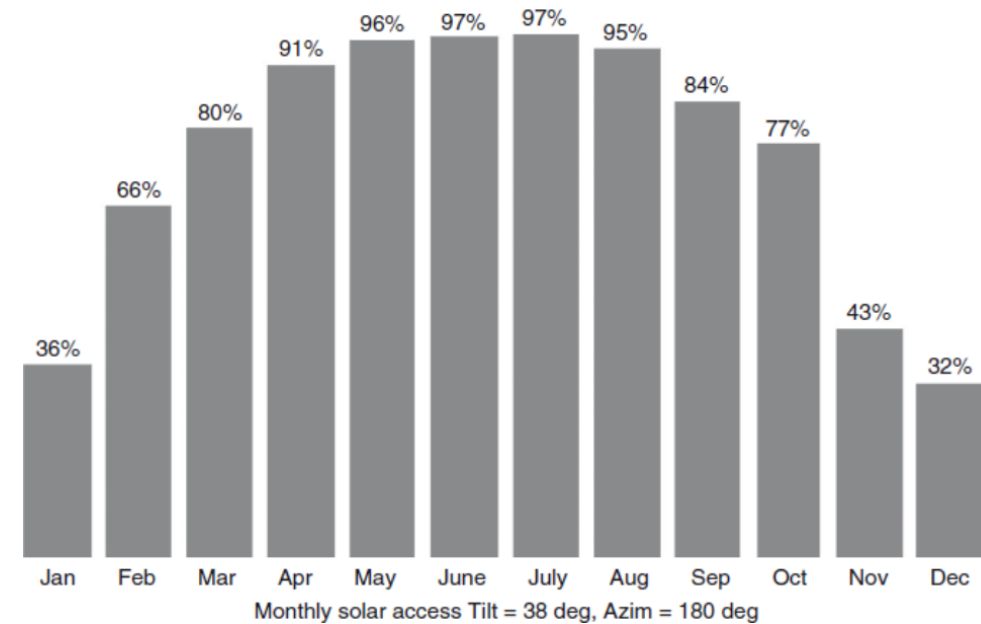
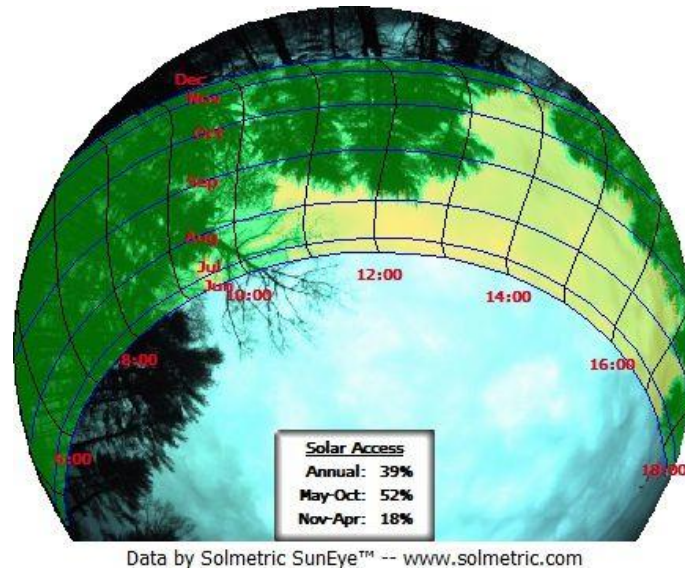
# SHADING ANALYSIS

Solar Pathfinder® (tradisional tapi akurat)



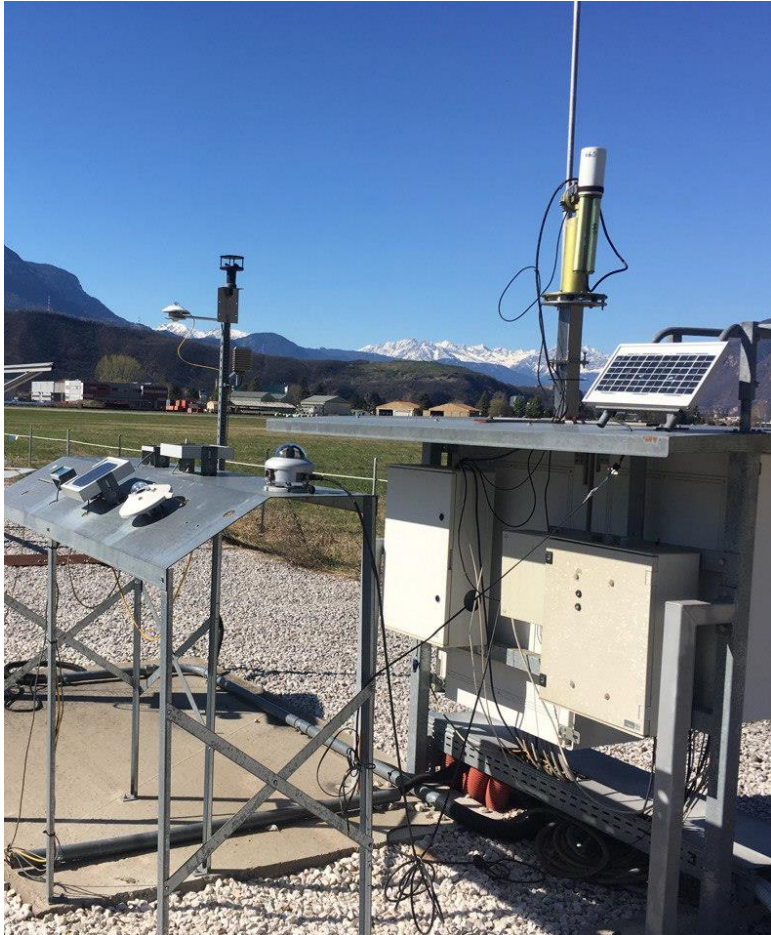
# SHADING ANALYSIS

Solmetric SunEye™ (sedikit modern dan akurat)



**Beberapa software desain dan simulasi PLTS juga dilengkapi shading analysis, namun dengan akurasi lebih rendah**

# DATA METEOROLOGI



- Parameter: suhu (maks, min, ave.), radiasi (Gh, Gi), RH, RR, WS, lightning)
- Ground measurement di lokasi proyek (paling akurat, mahal, data terbatas)
- Ground measurement di lokasi terdekat (BMKG).
- Satelit & modelling:

GLOBAL SOLAR ATLAS  
GLOBAL WIND ATLAS | ENERGYDATA.INFO



NASA-POWER



EU-PVGIS

# ANALISIS PRODUKSI ENERGI

## RUMUS

$P_{ac}(t) = P_{array, stc} \times \left\{ \frac{G(t)}{1000} \right\}$	Daya dibangkitkan
$\times \left\{ 1 + \frac{\% \gamma_{pmp}}{100} (T(t) - 25) \right\}$	- Rugi-rugi = Rugi-rugi karena suhu
$\times f_{debu}$	+ Rugi-rugi karena debu (0.97)
$\times f_{mm}$	+ Rugi-rugi module mismatch (0.98)
$\times f_{kabel}$	+ Rugi-rugi kabel (0.95 – 0.99)
$\times f_{inv}$	+ Rugi-rugi inverter

$$E_{ac}(t) = P_{ac}(t) \times T$$

# ANALISIS PRODUKSI ENERGI (Jogja)

## Seloharjo - DIY

-07°58'54", 110°21'32"

**Ground-mounted large scale**

Azimuth of PV panels: **195°**

Tilt of PV panels: **10°**

Installed capacity: **5000 kWp**

## Map data

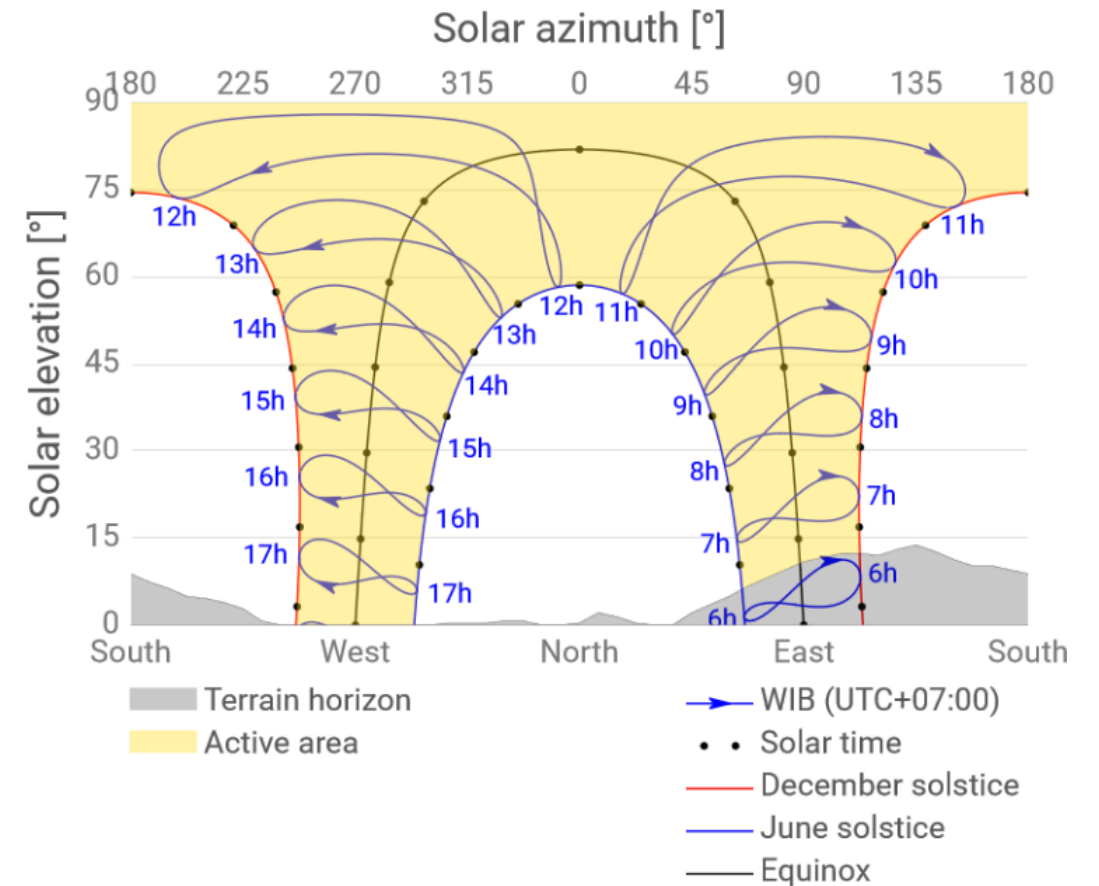
Direct normal irradiation	DNI	<b>1260</b>	kWh/m <sup>2</sup> ▾
Global horizontal irradiation	GHI	<b>1843</b>	kWh/m <sup>2</sup> ▾
Diffuse horizontal irradiation	DIF	<b>909</b>	kWh/m <sup>2</sup> ▾
Global tilted irradiation at optimum angle	GTI opta	<b>1880</b>	kWh/m <sup>2</sup> ▾
Optimum tilt of PV modules	OPTA	<b>12 / 0</b>	°
Air temperature	TEMP	<b>24.2</b>	°C ▾
Terrain elevation	ELE	<b>311</b>	m ▾

# ANALISIS PRODUKSI ENERGI (Jogja)

PVOUT map



Horizon and sunpath



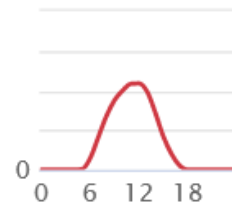


# ANALISIS PRODUKSI ENERGI (Jogja)

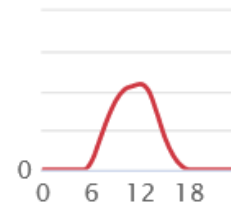
## Average hourly profiles

Total photovoltaic power output [MWh]

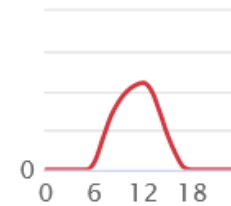
Jan



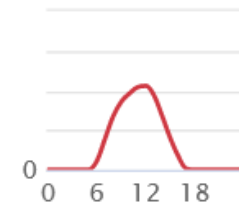
Feb



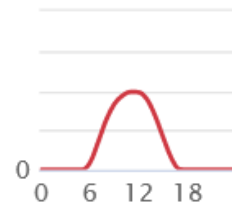
Mar



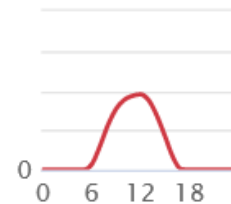
Apr



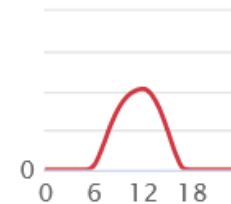
May



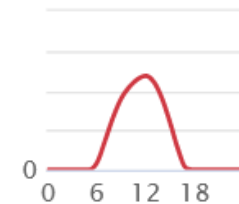
Jun



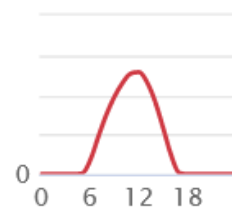
Jul



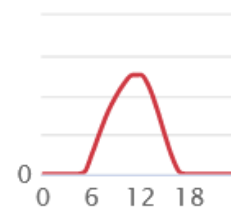
Aug



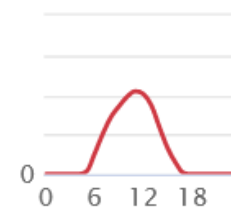
Sep



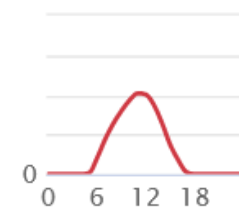
Oct



Nov



Dec



# ANALISIS PRODUKSI ENERGI (Jogja)

## Average hourly profiles

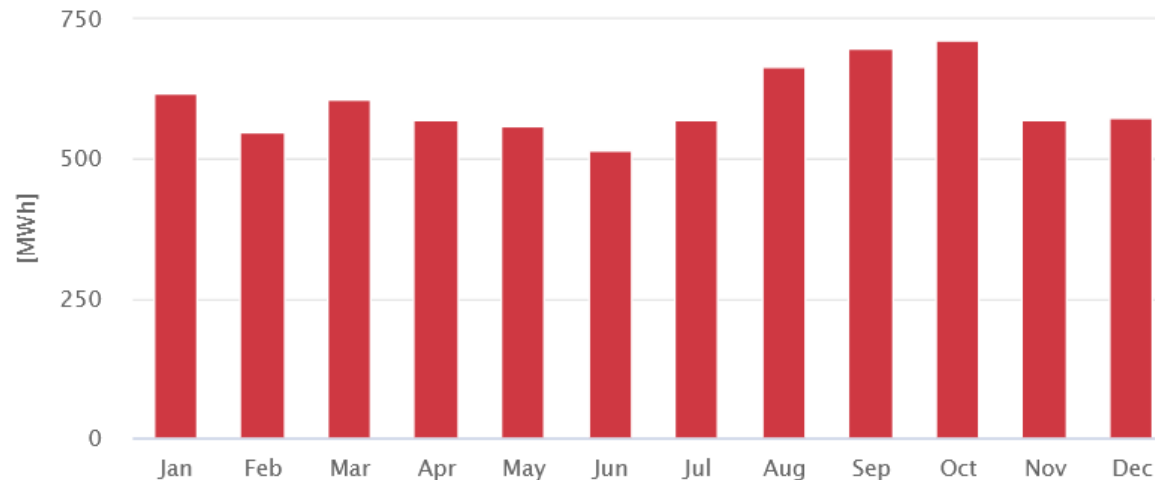
Total photovoltaic power output [MWh]

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5												
5 - 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 - 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
7 - 8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8 - 9	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2
9 - 10	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2
10 - 11	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2
11 - 12	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
12 - 13	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
13 - 14	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	2	2
14 - 15	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
15 - 16	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1
16 - 17	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
17 - 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 - 19												
19 - 20												
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	20	20	20	19	18	17	18	21	23	23	19	19

# ANALISIS PRODUKSI ENERGI (Jogja)

## Monthly averages

Total photovoltaic power output



## Annual averages

Total photovoltaic power output and Global tilted irradiation

**7.215**

GWh per year ▼

**1777**

kWh/m<sup>2</sup> per year ▼

Rp. 13,2 M/tahun  
(menurut draft Perpres harga listrik EBT, Rp 1828/kWh)

Biaya modal: Rp. 52,5 M.

PBP = 4 tahun.

# ANALISIS FINANSIAL

## Jenis biaya:

- Biaya awal
- Biaya tahunan
- Penghematan Tahunan
- Biaya periodik

# ANALISIS FINANSIAL

## Biaya awal

Studi kelayakan	System Devt.	Teknik	Sistem pembangkit	Keseimbangan sistem & dll.
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>1-5% dari total biaya.</b></li><li>• Survei lokasi,</li><li>• Penilaian sumber surya,</li><li>• Dampak lingkungan,</li><li>• Desain awal,</li><li>• perkiraan biaya rinci,</li><li>• studi dasar GRK,</li><li>• rencana pemantauan (MP),</li><li>• laporan akhi, manajemen proyek FS,</li><li>• biaya perjalanan.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Negosiasi kontrak</li><li>• Izin &amp; persetujuan</li><li>• Survei lokasi &amp; hak atas tanah</li><li>• Validasi &amp; registrasi GRK</li><li>• Pembiayaan proyek</li><li>• Hukum &amp; akuntansi</li><li>• Manajemen proyek</li><li>• Perjalanan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desain lokasi &amp; bangunan</li><li>• Desain mekanik</li><li>• Desain kelistrikan</li><li>• Desain sipil</li><li>• Tender &amp; kontrak</li><li>• Pengawasan konstruksi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peralatan listrik</li><li>• Pembangunan jalan</li><li>• Saluran transmisi</li><li>• Gardu Induk</li><li>• Tindakan efisiensi energi</li><li>• Shipment</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Biaya khusus</li><li>• Konstruksi gedung</li><li>• Suku cadang</li><li>• Angkutan</li><li>• Pelatihan &amp; komisioning</li><li>• Kontinjensi</li><li>• Bunga selama konstruksi</li></ul>

# ANALISIS FINANSIAL

## Biaya awal

### Studi kelayakan

#### •Survei lokasi:

- bertemu pemangku kepentingan,
- mengumpulkan data desain PLTS,
- evaluasi kondisi lokasi: akses matahari dan persyaratan untuk memasang sistem PV.
- analisis dibantu dengan gambar arsitektur atau survei tanah.
- Untuk sistem besar: 2 orang ahli selama 1 hari penuh.

#### •Penilaian sumber surya,

#### •Penilaian dampak lingkungan awal,

#### •Desain awal

- kapasitas sistem optimal,
- ukuran dan tata letak struktur dan peralatan, dan
- perkiraan jumlah konstruksi yang diperlukan untuk perkiraan biaya terperinci.

#### •perkiraan biaya rinci (berdasarkan hasil

desain awal dan investigasi lain selama studi kelayakan,

#### •studi dasar GRK

- Supaya pengurangan emisi GRK dari proyek PLTS diakui dan dijual di pasar karbon domestik atau internasional,
- studi baseline GRK (rencana perluasan jaringan, pola konsumsi bahan bakar, dll)
- Rencana Pemantauan (MP) (data untuk memantau pengurangan emisi dari proyek, dan metodologi).

#### •laporan akhir

#### •manajemen proyek FS.

# ANALISIS FINANSIAL

## Biaya awal

### System Development

Dilakukan setelah hasil FS positif (di Indonesia, FS, system development, dan detailed desain termasuk di dalam FS).

- Negosiasi kontrak (negosiasi Power Purchase Agreement (PPA), terutama tarif penjualan listrik ke PLN),
- Izin (sesuai regulasi, misal: izin lingkungan, penggunaan lahan, penggunaan sumber daya air, dll. di tingkat Kab/Kota, Provinsi, dan Pusat),
- Survei lokasi & hak atas tanah (status kepemilikan lahan, perencanaan penggunaan lahan, ukuran, serta kemungkinan masalah hukum. Jalan akses, jalur transmisi dan distribusi, gardu induk.

- Validasi & registrasi GRK (validasi oleh pihak ketiga yang independen, biaya pendaftaran ke UNFCCC),
- Pembiayaan proyek (menegosiasikan kontrak dengan PLN, PPA, menyiapkan dokumen hukum, mengidentifikasi investor dan mengumpulkan dana),
- Hukum & akuntansi (mendirikan perusahaan untuk mengembangkan proyek, menyiapkan laporan keuangan bulanan dan tahunan, akuntansi proyek, dll. )
- Manajemen proyek (biaya pengelolaan semua fase pengembangan proyek (tidak termasuk FS dan pengawasan konstruksi), humas.

# ANALISIS FINANSIAL

## Biaya awal

### Teknik

- Desain lokasi & bangunan (menentukan dan menggambar penempatan fisik),
- Desain mekanik (desain struktur penyangga, makin sulit di kontur tidak rata),
- Desain kelistrikan (integrasi PLTS ke grid, modul PV dan koneksi inverter, sekering, dan konduktor),
- Desain sipil (perencanaan konstruksi bangunan, fondasi, akses jalan, dan sistem tanah lainnya. Tingkat kesulitan ditentukan oleh akses, kondisi tanah, drainase permukaan, dan kondisi fisik lainnya),
- Tender & kontrak (dikerjakan setelah tugas teknik, tender disiapkan untuk pemilihan kontraktor. Proses kontrak diperlukan untuk menegosiasikan dan menetapkan kontrak untuk penyelesaian proyek),
- Pengawasan konstruksi (konsultan pengawas),



# ANALISIS FINANSIAL

## Biaya awal

### Sistem Pembangkit

- Komponen pada sistem PLTS,
- Pembangunan jalan,
- Saluran transmisi (jenis, panjang, tegangan, lokasi dan kapasitas terpasang PLTS, kabel udara/bawah tanah),
- Gardu Induk (tergantung lokasi, tegangan, dan kapasitas terpasang PLTS, mungkin butuh tambahan seperti beban, pembuang panas, bank kapasitor, peralatan pemantauan, sistem kontrol terintegrasi atau SCADA),
- Tindakan efisiensi energi (biaya untuk langkah efisiensi energi, termasuk biaya peralatan dan instalasi).

# ANALISIS FINANSIAL

## Biaya awal

### Keseimbangan sistem & dll.

- Biaya khusus (inverter, struktur penyangga [pakai trakcer/tidak], jasa instalasi),
- Konstruksi gedung dan halaman,
- Suku cadang (tingkat inventaris bergantung pada keandalan sistem, garansi, kesulitan transportasi, dan ketersediaan stok),
- Shipments/transport (komponen PLTS dan konstruksi, kendali logistik sangat penting),
- Pelatihan & komisioning (biasanya murah, karena PLTS sederhana dan perawatan minimal),
- Kontinjensi (15-25% dari biaya BoS),
- Bunga selama konstruksi (tergantung pada durasi konstruksi dan biaya, bervariasi antara 3 dan 15% dari biaya proyek).

# ANALISIS FINANSIAL

## Biaya tahunan

### O&M

- Sewa tanah (pemilik lahan minta kompensasi, negosiasi dengan lahan milik pemerintah),
- Sewa peralatan/fasilitas lain,
- Pajak properti,
- Asuransi (kerusakan properti, kegagalan peralatan, gangguan bisnis),
- Suku cadang (biasanya peralatan kontrol dan inverter),
- Tenaga kerja (pemantauan, pemeriksaan rutin peralatan, membersihkan kotoran dan debu),
- Pemantauan & verifikasi GRK (jika proyek CDM atau memiliki CER),
- CSR
- Administrasi Umum (pembukuan, persiapan laporan tahunan, biaya bank, komunikasi, dll.),
- Kontinjensi (tergantung akurasi FS, biasanya 10-20% dari biaya O&M).

# ANALISIS FINANSIAL

## Biaya Periodik

- Biaya berulang yang dikeluarkan secara berkala untuk menjaga proyek tetap beroperasi.
- Tagihan biaya periodik.

# ANALISIS FINANSIAL

## Parameter Finansial

- Umum
  - Eskalasi biaya bahan bakar
  - Laju inflasi
  - Nilai diskon (biasanya 6-11%)
  - Tingkat investasi kembali ( )
  - Usia proyek
- Finansial
  - Insentif dan hibah,
  - Rasio utang ( $\text{utang}/(\text{utang}+\text{equity})$ ),
  - Utang,
  - Equity (porsi dari total investasi yang didanai langsung oleh pemilik fasilitas),
  - Tingkat bunga hutang
  - Jangka waktu hutang
  - Pembayaran hutang tahunan
- Analisis pajak penghasilan
  - Tarif pajak penghasilan
  - Tersedia tax holiday?
  - Durasi taks holiday.
- Pengehematan dan pemasukan
  - Penghematan tahunan (biaya BBM,
  - Pemasukan tahunan (penjualan listrik, penjualan karbon/GHG,
  - Pemasukan lain.

# ANALISIS FINANSIAL

## Kelayakan Finansial

- Tingkat Pengembalian Internal (IRR) Sebelum Pajak – ekuitas (%)
  - Laba atas ekuitas (return on equity/ROE) atau laba atas investasi (return on investment/ROI), sebelum pajak penghasilan,
  - IPP membandingkan IRR dengan IRR yang disyaratkan (biasanya, biaya modal).
  - Jika  $IRR \geq IRR$  yang disyaratkan, maka proyek layak secara finansial.
- Tingkat Pengembalian Internal (IRR) Sebelum Pajak - aset (%)
  - Dihitung berdasarkan aset.
- Pengembalian sederhana (simple payback) - tahun
  - lamanya waktu untuk mengembalikan modal, dari pendapatan atau penghematan yang dihasilkan.
  - semakin cepat biaya modal kembali, semakin diinginkan investasi tersebut.
  - bukan ukuran seberapa menguntungkan satu proyek, tidak boleh digunakan sebagai indikator evaluasi utama.
  - berguna sebagai indikator sekunder untuk menunjukkan tingkat risiko investasi.
- Pengembalian ekuitas (equity payback) - tahun
  - lamanya waktu untuk mengembalikan ekuitas.

# ANALISIS FINANSIAL

## Kelayakan Finansial



# FORMAT LAPORAN FS

## Menurut Peraturan Menteri ESDM Nomor 19 Tahun 2016

### 1. Ringkasan

### 2. Pendahuluan dan Latar Belakang Proyek

- 2.1 Kebutuhan akan Proyek
- 2.2 Potensi Manfaat dari Proyek
- 2.3 Pihak-pihak yang terlibat dalam Proyek (*Owner, Utilitas, Pemerintah, Pemodal, dll*).

### 3. Deskripsi Teknologi dan Latar Belakang

- 3.1 Ikhtisar – Fotovoltaik
  - 3.1.1 Pasar Fotovoltaik Global
- 3.2 Teknologi – Film Tipis, Kristal
- 3.3 *Inverter – String, Pusat*
  - 3.3.1 Fitur Koneksi Jaringan
  - 3.3.2 Umur

### 3.3 *Inverter – String, Pusat*

- 3.3.1 Fitur Koneksi Jaringan
- 3.3.2 Umur

### 3.4 Sistem Kontrol



# FORMAT LAPORAN FS

## **4. Sektor Kelistrikan Nasional di Negara/Wilayah/Daerah**

- 4.1 Pembangkit Terpasang, termasuk Energi Terbarukan
- 4.2 Target Energi Terbarukan, dan bagaimana proyek akan memenuhi target tersebut
- 4.3 Kepemilikan/Struktur Market (misalnya Utilitas Tunggal, Deregulasi)
- 4.4 Persyaratan Konten Lokal
- 4.5 Pembahasan Dampak Proyek Terbarukan untuk Mengurangi Konsumsi Diesel
- 4.6 Pedoman Kebijakan Indonesia dan Ketersediaan Insentif

## **5. Informasi Lokasi**

- 5.1 Peta/Foto/Lokasi
- 5.2 Rincian Kepemilikan Lokasi
- 5.3 Jarak Transportasi, Kota Terdekat, Transmisi Terdekat
- 5.4 Kondisi Iklim
- 5.5 Rincian Vegetasi dan Analisis

# FORMAT LAPORAN FS

## 6. Penilaian Lokasi

- 6.1 Peninjauan Tempat dengan Peta Topografi yang Rinci
- 6.2 Laporan Kunjungan Tempat
- 6.3 Analisis Geoteknik Awal
- 6.4 Laporan Hidrologi dan/atau Penilaian Banjir
- 6.5 Penilaian Geologi dan Resiko Gempa
- 6.6 Penilaian Konstruksi Gedung
  - 6.6.1 Air, Listrik, *Laydown Area*, Parkir untuk Pekerja, Ketersediaan Tenaga Kerja Lokal, dll
- 6.7 Penilaian Logistik
- 6.8 Keamanan dan Keselamatan

## 7. Penilaian Dampak Lingkungan dan Sosial

- 7.1 Penilaian Lingkungan Awal
- 7.2 Penilaian Lingkungan dan Sosial

# FORMAT LAPORAN FS

## 8. Rekayasa Teknik

- 8.1 Seleksi Peralatan Utama/Asumsi
- 8.2 Rancangan Blok
- 8.3 *Electrical Single Line Diagram* (AC Dan DC)
- 8.4 Tata Letak Tempat
- 8.5 Sistem Kontrol dan *Monitoring*
- 8.6 Daftar Gambar

## 9. Studi Interkoneksi Jaringan

- 9.1 Perjanjian Penyambungan
- 9.2 Pengaturan untuk Kemudahan
- 9.3 Karakteristik *Substation* – Tegangan, Jalur, Beban Lokal, Rencana untuk Ekspansi, dll
- 9.4 Hasil Studi Dampak Sistem

## 10. Penilaian Energy Yield

- 10.1 Penilaian Sumber Tenaga Surya
- 10.2 Penilaian Lokasi
- 10.3 Masukan Model Tenaga Surya dan Asumsi
- 10.4 Hasil Energy Yield
  - 10.4.1 Hasil Untung dan Rugi
  - 10.4.2 Analisis Ketidakpastian – Hasil P50/P90

# FORMAT LAPORAN FS

## 11. Jadwal Proyek

## 12. Konstruksi dan Implementasi

12.1 Struktur Kontrak

12.2 Pendekatan Konstruksi dan Rencana

12.3 Pendekatan Konten Lokal

12.4 Serah Terima

## 13. Perkiraan Modal dan Biaya Operasi

13.1 *Capital Expenditures*

13.1.1 Pemasok Peralatan yang Berpotensi

13.2 *Operational Expenditures*

13.2.1 *Soft Cost* seperti Asuransi, Administrasi, dll

## 14. Penilaian Keuangan

14.1 Asumsi

14.2 Biaya Turnkey EPC

14.3 Biaya Commissioning

## 15. Penilaian Resiko

15.1 Resiko dari Perspektif PT PLN (Persero)

15.2 Resiko dari Perspektif Calon Pengembang PLTS Fotovoltaik

15.3 Mitigasi Resiko

## 16. Operasi dan Pemeliharaan

16.1 Sistem Kontrol dan *Monitoring*

16.2 Pemeliharaan Terjadwal dan Tidak Terjadwal

16.3 Frekuensi Kegagalan Komponen

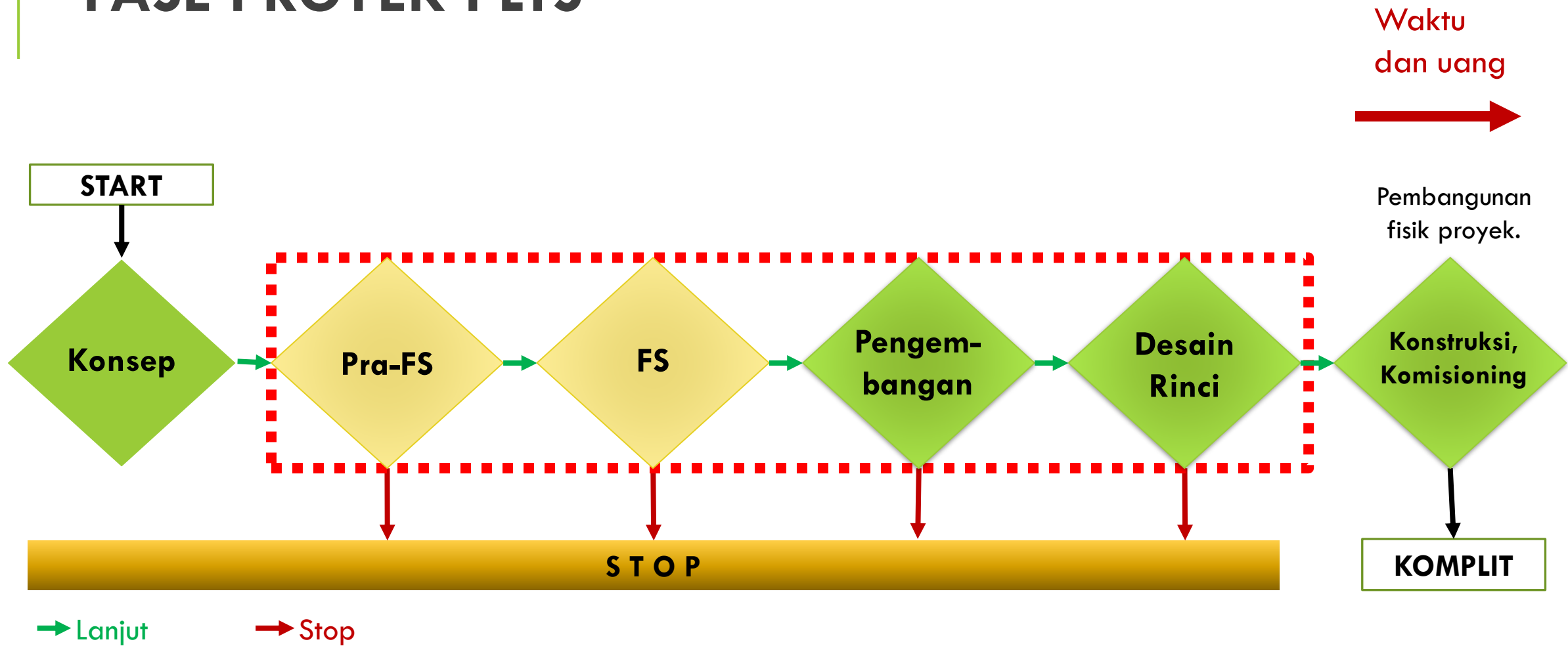
16.4 Kebutuhan Suku Cadang di Lokasi

16.5 Waktu yang dibutuhkan untuk Mengganti/Memperbaiki Komponen Utam

## 17. *Decommissioning*

## 18. *Warranty Service*

# FASE PROYEK PLTS



# CONTOH LAPORAN FS PLTS 2+3 MW



## STUDI KELAYAKAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik 2 MWp dan 3 MWp Tersambung Jaringan Listrik PLN di [REDACTED]

September 2015



**ENERGY RESEARCH CENTER [ENREACH]**

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau

Alamat: Lantai 2 Gedung Islamic Centre UIN Suska Riau  
Jl. HR. Soebrantas No. 115 Panam, Pekanbaru 28293 – INDONESIA  
Website: www.enreach.or.id; Email: info@enreach.or.id

Kedua lokasi berada dekat dengan jalan beraspal. Jenis tanah pada kedua lokasi proyek adalah tanah keras sehingga tidak memerlukan perlakuan tambahan sebelum pemasangan bingkai dan struktur panel PLTS, kecuali pembersihan lahan. Gambar 5 dan Gambar 6 memperlihatkan foto lokasi proyek di [REDACTED] dan [REDACTED].



Gambar 5 Calon lokasi proyek di [REDACTED]



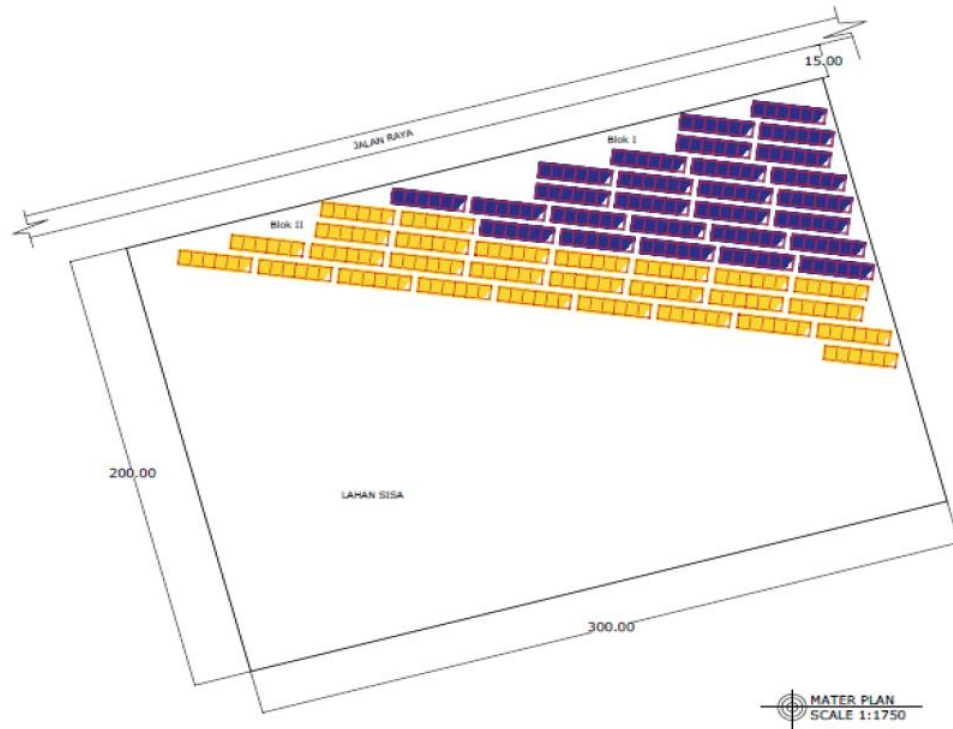
Gambar 6 Calon lokasi proyek di [REDACTED]

STUDI KELAYAKAN PLTS FOTOVOLTAIK 2 MWp DAN 3 MWp - SEPTEMBER 2015

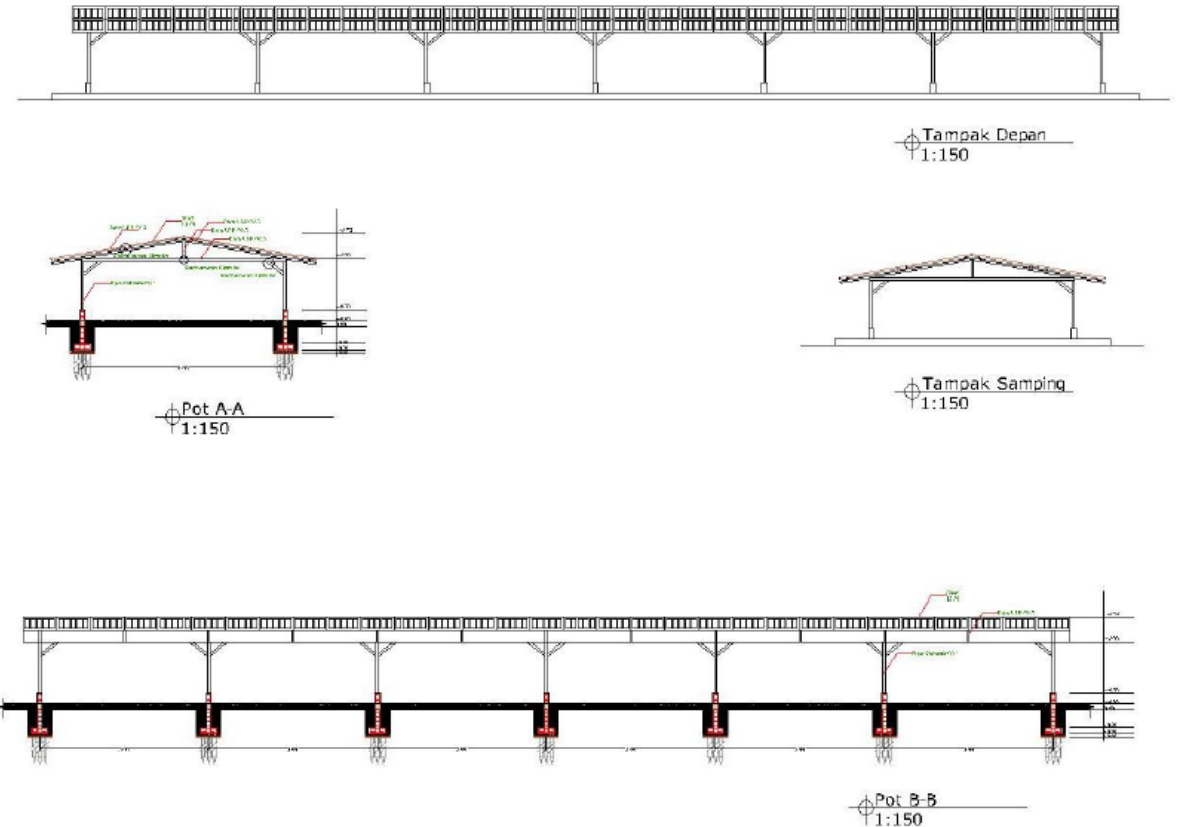
11

# 2015

# CONTOH LAPORAN FS PLTS 2+3 MW

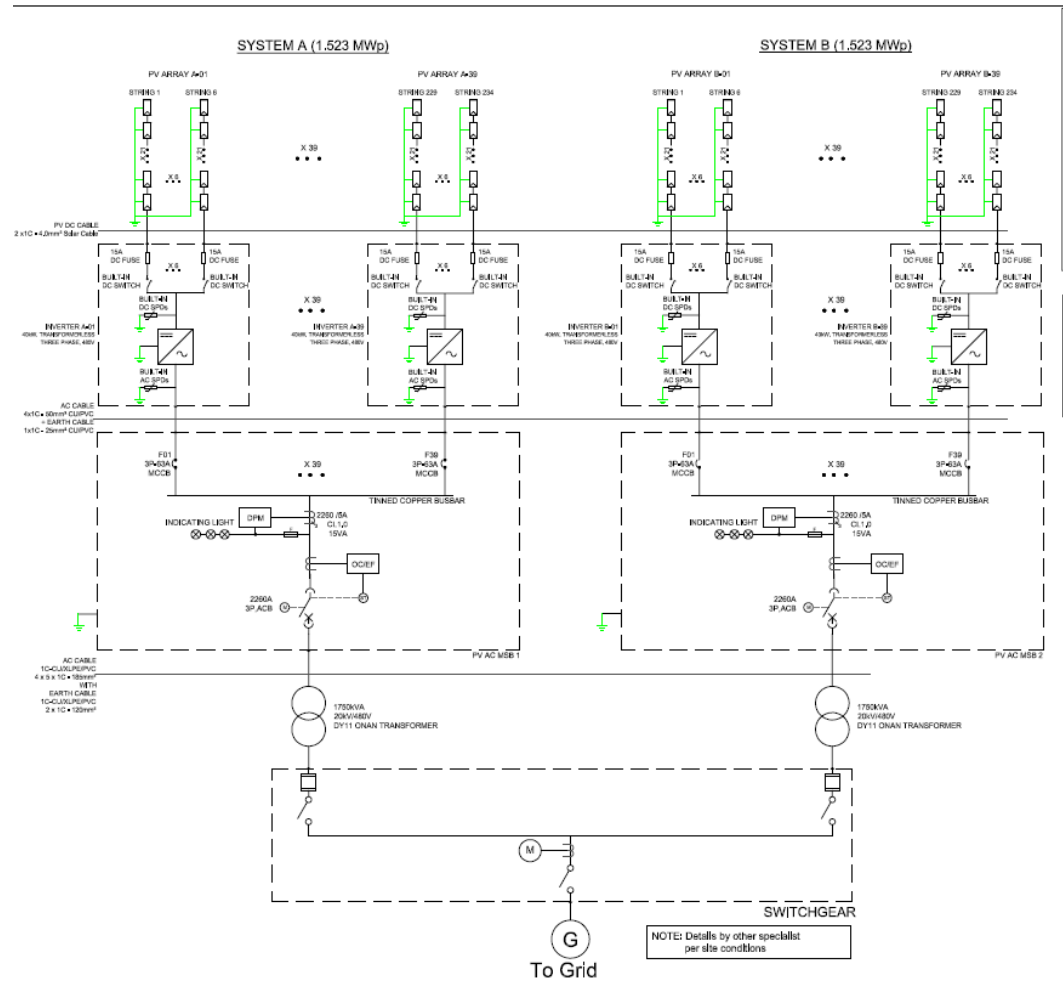


Gambar 9 Layout Umum PLTS di [redacted] (nesia).



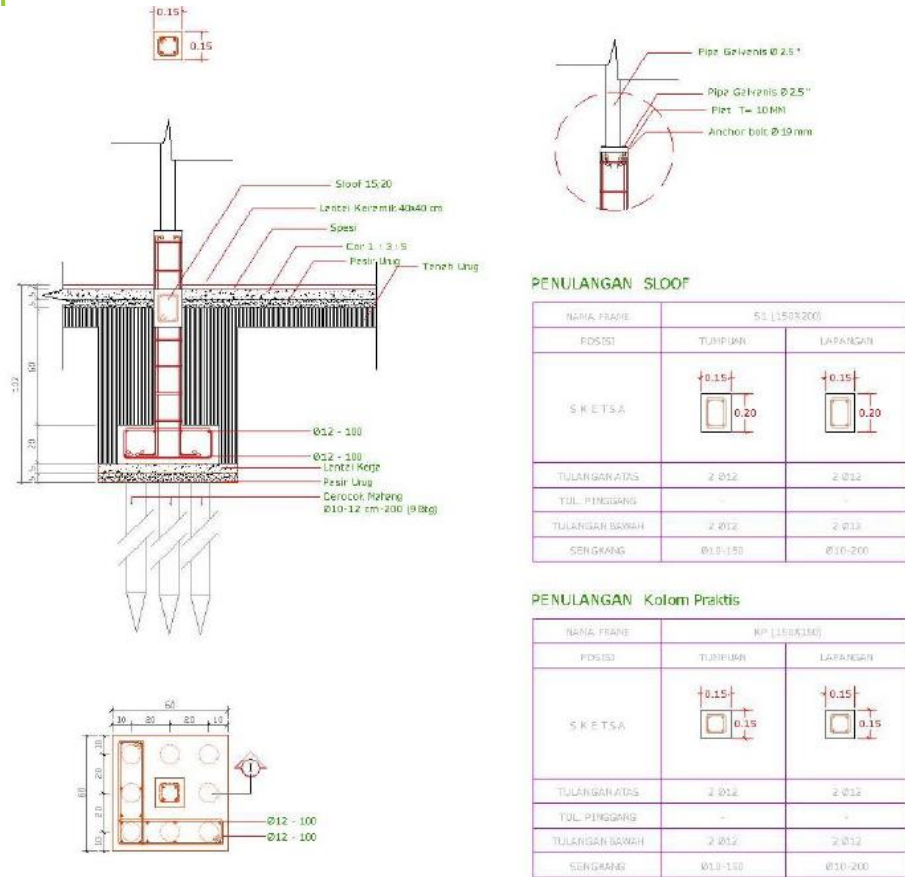
Gambar 12 Layout Umum PLTS di [redacted] dan [redacted], memperlihatkan tampak samping panel surya dan fondasi (Hak cipta: [redacted]).

# CONTOH LAPORAN FS PLTS 2+3 MW





# CONTOH LAPORAN FS PLTS 2+3 MW



Tabel 22 Biaya investasi awal sistem PLTS 3 MWp di [REDACTED]

Biaya Investasi Awal)	Satuan	Kuantitas	Unit cost	Jumlah	Biaya Relatif
<b>Studi Kelayakan</b>					
UKL-UPL	p-d	1	\$ 4,200	\$ 4,200	
Konsultan Studi Kelayakan	cost	1	\$ 4,200	\$ 4,200	
Subtotal:				\$ 8,400	0.1%
<b>Pengembangan</b>					
Kontrak dan Negosiasi	p-d	1	\$ 1,100	\$ 1,100	
Perizinan	p-d	1	\$ 1,100	\$ 1,100	
Subtotal:				\$ 2,200	0.0%
<b>Power system</b>					
Komponen sistem, instalasi, komissioning	kW	3,000.00	\$ 2,275	\$ 6,825,000	
Subtotal:				\$ 6,825,000	88.5%
<b>Lain-lain</b>					
Biaya tenaga kerja tidak langsung	cost	3	\$ 68,175	\$ 204,525	
Biaya tenaga kerja langsung	cost	3	\$ 45,000	\$ 135,000	
Bangunan dan infrastruktur	cost	3	\$ 135,000	\$ 405,000	
Persiapan Lahan	cost	1	\$ 1,574	\$ 1,574	
Pajak Selama Konstruksi	2.50%	16 bulan	\$ 7,581,699	\$ 126,362	
Subtotal:				\$ 872,461	11.3%
<b>Total Biaya Investasi Awal</b>				<b>\$ 7,708,061</b>	<b>100.0%</b>

Gambar 13 Layout Umum PLTS di [REDACTED] dan [REDACTED], memperlihatkan detail fondasi (Hak cipta: [REDACTED]).

# CONTOH LAPORAN FS PLTS 2+3 MW

Tabel 23 Biaya tahunan sistem PLTS 3 MWp di [REDACTED]

Annual costs (credits)	Unit	Quantity	Unit cost	Amount
<b>O&amp;M</b>				
Sewa lahan	project	12	\$ 3,450	\$ 41,400
PBB	project	1	\$ 37	\$ 37
Gaji Karyawan	project	13	\$ 1,200	\$ 15,600
CSR	project	1	\$ 700	\$ 700
Umum dan Administrasi	%	4.0%	\$ 57,737	\$ 2,309
Perawatan	cost	2	\$ 10,500	\$ 21,000
Kontingensi	%		\$ 81,047	\$ -
<b>Total Biaya per Tahun:</b>				<b>\$ 81,047</b>

# CONTOH LAPORAN FS PLTS 2+3 MW

Tabel 24 Biaya periodik sistem PLTS 3 MWp di [REDACTED]

Periodic costs (credits)		Unit	Year	Unit cost		Amount
Inverter		cost	10	\$	477,360	\$ 477,360
End of project life		cost	21	\$	37,500	\$ 37,500

# CONTOH LAPORAN FS PLTS 2+3 MW

Tabel 31 Parameter Analisis Finansial PLTS [REDACTED]

Parametr Finansial			
<b>Umum</b>			
	Laju Inflasi	%	4.0%
	Discount rate	%	8.0%
	Umur Proyek	tahun	20
<b>Analisis Pajak Penghasilan</b>			
	Pajak penghasilan efektif	%	2.5%
	Tax holiday duration	yr	
Pemasukan Tahunan			
<b>Pendapatan dari Eksport Listrik</b>			
	Listrik diekspor ke PLN	MWh	4,100
	Harga eksport listrik	\$/MWh	250.00
	Pemasukan dari eksport listrik	\$	1,025,045

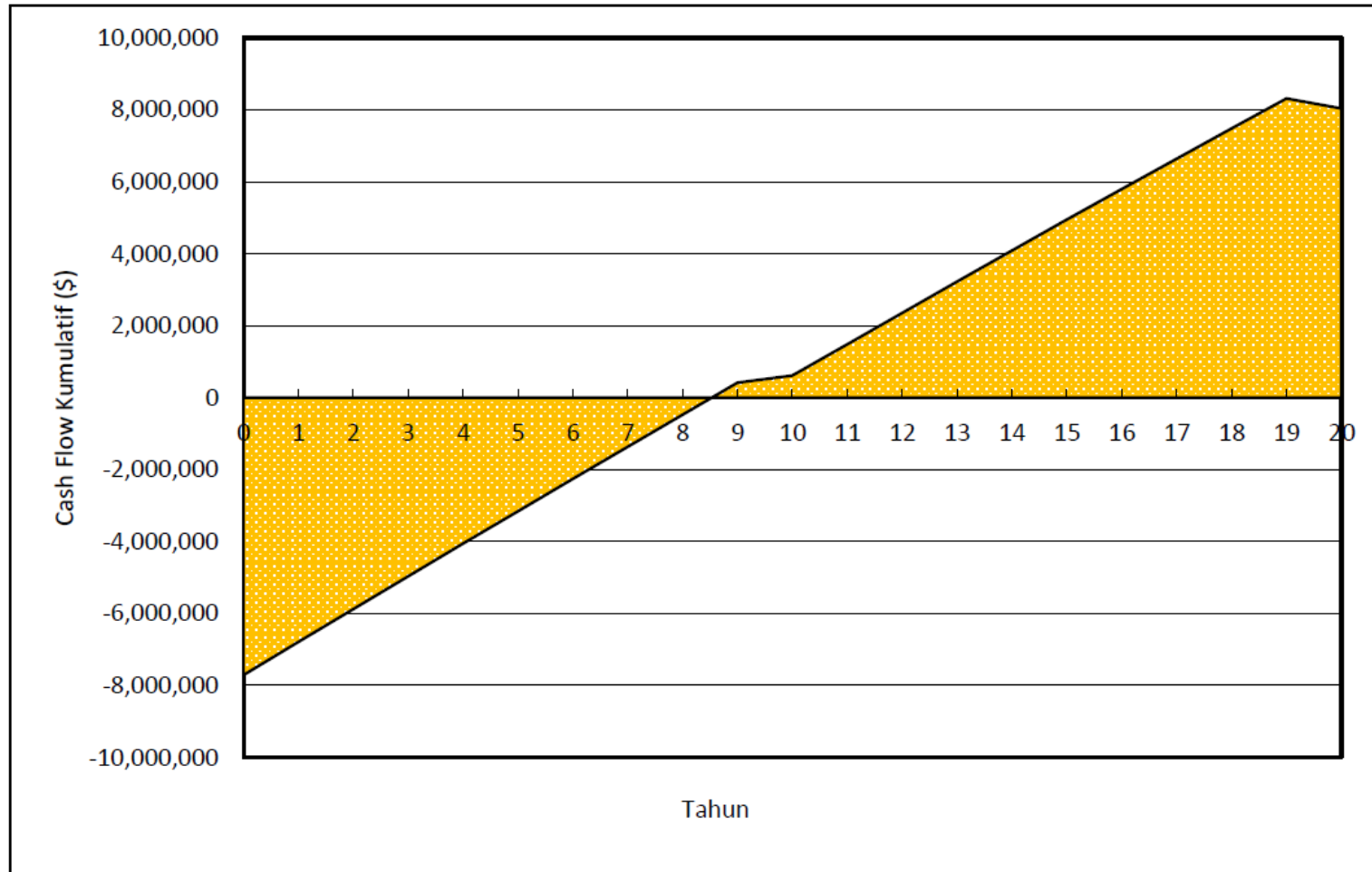
Cash flow tahunan, mulai dari tahun nol, yaitu tahun investasi awal hingga tahun ke 20 saat sistem dibongkar, diperlihatkan pada Tabel 32 berikut.

Tabel 32 Cash flow tahunan PLTS [REDACTED]

Cash Flow Tahunan				
	Tahun	Sebelum pajak	Sesudah pajak	Kumulatif
	#	\$	\$	\$
	0	-7,708,061	-7,708,061	-7,708,061
	1	940,756	917,237	-6,790,823
	2	937,385	913,950	-5,876,873
	3	933,878	910,531	-4,966,342
	4	930,232	906,976	-4,059,366
	5	926,439	903,278	-3,156,088

# CONTOH LAPORAN FS PLTS 2+3 MW

**CAPEX:  
Rp 35 ribu/Wp**



Gambar 15 Grafik cash flow kumulatif PLTS [REDACTED]

# CONTOH LAPORAN FS PLTS 2+3 MW

Tabel 34 Parameter Kelayakan Finansial PLTS [REDACTED]

Kelayakan Finansial			
Pre-tax IRR - equity	%		9.2%
Pre-tax IRR - assets	%		9.2%
After-tax IRR - equity	%		8.9%
After-tax IRR - assets	%		8.9%
Simple payback	yr		8.2
Equity payback	yr		8.5
Net Present Value (NPV)	\$		459,079
Annual life cycle savings	\$/yr		46,758
Benefit-Cost (B-C) ratio			1.06
Debt service coverage			No debt
Energy production cost	\$/MWh		238.31



# Discussion

**kunaifi@uin-suska.ac.id**

**WA/telegram: +62823 8132 8424**