



# Pemetaan *Project Pipeline* PLTS di Indonesia

---

# Imprint

## Pemetaan *Project Pipeline* PLTS di Indonesia

### **Penulis:**

Daniel Kurniawan

Ronald Julion Suryadi

### **Penelaah:**

Pamela Simamora

Marlistya Citraningrum

### **Penyunting:**

Julius Christian Adiatma

### **Situsi:**

IESR (2022). Pemetaan *Project Pipeline* PLTS di Indonesia. Jakarta: Institute for Essential Services Reform (IESR).

### **Tahun Terbit:**

November 2022

# Temuan Utama

1. Peran PLTS dalam kontribusi penambahan kapasitas energi terbarukan pada bauran energi Indonesia masih terbilang rendah. Potensi teknis energi surya di Indonesia dapat mencapai 20 TWp, namun kapasitas PLTS terpasang pada 2022-Q1 baru mencapai 0,001% (~200 MWp) dari potensi teknis yang ada di Indonesia. Hal tersebut sangat disayangkan mengingat PLTS dapat menjadi kunci pencapaian energi terbarukan dalam peta jalan dekarbonisasi sektor ketenagalistrikan serta berpotensi menyerap tenaga kerja hijau.
2. Faktor pendukung dan faktor penghambat pemanfaatan PLTS di Indonesia perlu diidentifikasi secara mendalam agar stagnasi penambahan kapasitas PLTS di Indonesia dapat teratasi dengan baik. Adapun analisis pasar PLTS secara mendalam dalam bentuk *project pipeline*, khususnya pada segmen C&I yang masih kurang terlaporkan, perlu diidentifikasi untuk melihat permintaan PLTS sesungguhnya di pasar Indonesia. Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk menyediakan informasi terkini mengenai perkembangan *project pipeline* PLTS dari berbagai sektor untuk para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan lainnya untuk pembuatan kebijakan yang lebih baik
3. Hasil pengumpulan data *project pipeline* dari Indonesia Solar Summit (ISS 2022) menunjukkan terdapat penambahan kapasitas 1,8 GWp—di luar deklarasi ISS 2022—yang dapat terealisasi dalam setidaknya dua atau tiga tahun. Jika dipilah, didapatkan 6 segmen PLTS dengan penambahan kapasitas masing-masing: (1) PLTS skala besar: 934 MWp, (2) PLTS prosumer: 764,2 MWp, (3) PLTS terisolasi (*off-grid*): 36,25 MWp, (4) PLTS di tingkat sub-nasional: 80,3 MWp. Selain itu, terdapat potensi besar proyek berorientasi ekspor ke Singapura sebanyak lima kesepakatan pengembangan (*joint development agreement*) dengan total kapasitas mencapai 13,3 GWp, meskipun proyek-proyek tersebut terancam keberlanjutannya dengan adanya larangan ekspor listrik dari pemerintah Indonesia. Disamping kedua *project pipeline* tersebut, juga terdapat *project pipeline* yang terungkap dari deklarasi Indonesia Solar Summit 2022 sebesar 2,3 GWp dari 31 perusahaan yang berstatus sudah terkontrak (*committed*) maupun yang akan memiliki kontrak selambat-lambatnya di 2023.

- 
4. Hasil studi ini menunjukkan bahwa pemanfaatan PLTS di Indonesia memiliki potensi untuk keluar dari perangkap orde *megawatt*. Alih-alih terjebak dalam pertumbuhan yang tidak signifikan, *project pipeline* menunjukkan bahwa permintaan PLTS untuk menyuplai energi di Indonesia terbilang sangat tinggi dan berhasil mencapai orde *gigawatt*. Dalam konteks dekarbonisasi, Indonesia memerlukan setidaknya 19 GW kapasitas terpasang PLTS di 2025 dan 108 GW terpasang di 2030 agar sejalan dengan pembatasan kenaikan temperatur global rata-rata di bawah 1,5°C (jalur 1,5°C) sesuai dengan Persetujuan Paris. Oleh karena itu, pertumbuhan kapasitas PLTS perlu memiliki ruang gerak yang minim hambatan untuk dapat terus-menerus bertumbuh dan tetap pada peta jalur dekarbonisasi.
  5. *Enabling conditions* pemanfaatan PLTS Indonesia sudah dapat menunjukkan potensi pertumbuhan PLTS yang signifikan berdasarkan data *project pipeline* yang dapat menebus orde *gigawatt*. Namun, studi ini menemukan beberapa tantangan kunci yang dapat menghambat pertumbuhan PLTS di Indonesia, di antaranya: (1) tantangan dalam pelelangan proyek-proyek PLTS skala besar, khususnya tidak adanya jadwal pelelangan yang pasti dan tidak adanya standar PJBL (2) pembatasan nilai maksimum kapasitas menjadi 10–15% (dari 100%) pada PLTS prosumer dari daya terpasang pelanggan atas alasan kondisi *overcapacity*, (3) tren pertumbuhan PLTS prosumer di Indonesia yang masih terjebak pada pasar awal menurut teori adopsi teknologi, dan (4) terbatasnya ruang *developer swasta* dalam mengikuti proyek-proyek PLTS *off-grid*. Hambatan-hambatan tersebut tentu perlu diatasi karena bukan hanya target dekarbonisasi yang dapat tidak tercapai, melainkan realisasi *project pipeline* dapat terganggu dan terjadi penurunan penambahan kapasitas PLTS dari *project pipeline* tersebut.

---

# Daftar Singkatan

°C	: derajat celcius
3T	: terdepan, terpencil, dan tertinggal
AC	: Alternating Current
ACCESS	: Accelerating Clean Energy Access to Reduce Inequality
APBD	: Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah
APBN	: Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
ASEAN	: Association of Southeast Asia Nations
BESS	: <i>Battery Energy Storage System</i>
BPP	: biaya pokok pembangkitan
C&I	: Komersial dan Industri
CO <sub>2</sub>	: karbondioksida
COD	: <i>Commercial Operation Date</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
DJEBTKE	: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi
EBT	: Energi Baru Terbarukan
EBTKE	: Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi
EMA	: <i>Energy Market Authority</i>
EPC	: <i>Engineering, Procurement, and Construction</i>
ESDM	: Energi dan Sumber Daya Mineral
EPC	: Engineering, Procurement, and Construction
ESDM	: Energi dan Sumber Daya Mineral
FiT	: <i>feed-in tariff</i>
G20	: Group of Twenty
GNSSA	: Gerakan Nasional Sejuta Surya Atap
GRK	: Gas Rumah Kaca
GW	: <i>GigaWatt</i>
GWac	: <i>Gigawatt of Alternating Current</i>
GWh	: <i>GigaWatt hour</i>
GWp	: GigaWatt peak
IP	: Indonesia Power
IPP	: <i>Independent Power Producer</i>
IESR	: Institute for Essential Services Reform

---

ISS	: Indonesia Solar Summit
kWp	: <i>kiloWatt peak</i>
Lisdes	: listrik desa
MoU	: <i>Memorandum of Understanding</i>
MW	: <i>MegaWatt</i>
MWp	: <i>MegaWatt peak</i>
MTF	: Multi Tier Framework
NZE	: <i>Net-Zero Emissions</i>
Permen	: Peraturan Menteri
Permenperin	: Peraturan Menteri Perindustrian
PJB	: Pembangkit Jawa Bali
PJBL	: Perjanjian Jual Beli Listrik
PLTD	: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PPU	: <i>Private Power Utility</i>
PSN	: Program Strategis Nasional
PT	: Perseroan Terbatas
Q1	: Kuartal 1
RFP	: <i>Request for Proposal</i>
Rp	: Rupiah
RUED	: Rencana Umum Energi Daerah
RUEN	: Rencana Umum Energi Nasional
RUPTL	: Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik
TWh	: <i>TeraWatt hour</i>
TWh	: <i>TeraWatt peak</i>
UNDP	: United Nations Development Programme

---

# Daftar Isi

<b>Imprint</b>	<b>2</b>
<b>Temuan Utama</b>	<b>3</b>
<b>Daftar Singkatan</b>	<b>5</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>7</b>
<b>1 Pendahuluan</b>	<b>9</b>
1.1. Latar Belakang	9
1.2. Tujuan Studi	11
<b>2 Metodologi</b>	<b>12</b>
<b>3 Hasil dan Diskusi</b>	<b>15</b>
3.1. Gambaran Umum	15
3.1.1. Pemanfaatan PLTS di Indonesia Saat Ini	15
3.1.2. Deklarasi dalam Indonesia Solar Summit 2022	16
3.2. PLTS Skala Besar	18
3.2.1. Kapasitas Terpasang	18
3.2.2. <i>Project Pipeline</i>	21
3.2.3. Perbandingan <i>Project Pipeline</i> dengan Target <i>Net-zero/Dekarbonisasi</i>	25
3.3. PLTS Prosumer	26
3.3.1. Kapasitas Terpasang	26
3.3.2. <i>Project Pipeline</i>	28
3.3.3. Perbandingan <i>Project Pipeline</i> dengan Target <i>Net-Zero/dekarbonisasi</i>	31
3.4. PLTS Terisolasi ( <i>Off-grid/Micro-grid</i> )	34
3.4.1. Kapasitas Terpasang	34
3.4.2. <i>Project Pipeline</i>	35

---

3.4.3. Perbandingan <i>Project Pipeline</i> dengan Target Net-Zero/Dekarbonisasi	39
3.5. Pemanfaatan PLTS di Tingkat Sub-Nasional	41
3.5.1. Kapasitas Terpasang	41
3.5.2. <i>Project Pipeline</i>	42
3.6. Pemanfaatan PLTS lainnya	42
<b>4 Kesimpulan</b>	<b>45</b>
<b>Daftar Pustaka</b>	<b>48</b>

# 1. Pendahuluan

## 1.1. Latar Belakang

Indonesia kerap disebut sebagai negara dengan potensi energi surya yang melimpah namun belum termanfaatkan secara maksimal. Berdasarkan perhitungan potensi terbaru oleh Kementerian ESDM (2022), Indonesia memiliki potensi teknis energi surya sebesar 3.294 gigawatt-peak (GWp), meningkat dari hanya 207 GWp pada perhitungan sebelumnya dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)—yang menggunakan *cut-off* untuk tingkat iradiasi tertentu. Perhitungan oleh IESR & GEI (2021) juga menunjukkan angka serupa di mana potensi teknis<sup>1</sup> energi surya mencapai 3.400 GWp, bahkan dapat mencapai sekitar 20.000 GWp tergantung pada asumsi kesesuaian lahan. Meski memiliki potensi energi surya yang sangat besar, pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya fotovoltaik (PLTS) baru mencapai 200 MWp di akhir 2021, atau baru dimanfaatkan sebesar 0,001% dari batas atas potensi pengembangan (20 TWp) (Kementerian ESDM, 2022b). Angka tersebut masih sangat jauh jika dibandingkan dengan pemanfaatan energi surya di negara-negara lain yang telah mencapai orde gigawatt. Kapasitas terpasang secara global diperkirakan telah mencapai 1.000 GWp (1 TWp) di akhir kuartal 1 2022. Lebih dari setengah total kapasitas terpasang tersebut berada di regional Asia khususnya di Cina, Jepang, dan India (IRENA, n.d.; pv magazine, 2022).

Hal tersebut sangat disayangkan mengingat dengan potensi yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, sifatnya yang modular (dapat dipasang dengan berbagai skala), proses pemasangan yang relatif singkat serta potensi penyerapan tenaga kerja terampil setempat, PLTS dapat menjadi kunci pencapaian target energi terbarukan dan juga penurunan emisi gas rumah kaca khususnya di sektor ketenagalistrikan. Berdasarkan estimasi BloombergNEF dan IESR (2021), target energi terbarukan 23% pada 2025 sesuai Perpres No. 22/2017 dapat dipenuhi seluruhnya dengan memasang PLTS sebesar 18 GWp. Tak hanya untuk pencapaian target energi terbarukan, PLTS juga dapat menjadi tulang punggung pencapaian target *net-zero emissions* (NZE) di 2060 atau lebih cepat sekaligus menjadi penggerak ekonomi hijau (*green economy*) dan membuka lapangan pekerjaan hijau (*green jobs*). Hal ini mulai tercermin dari beberapa rancangan pemodelan dan strategi energi jangka panjang pemerintah. Untuk mencapai target NZE di tahun 2060 atau lebih cepat, pemerintah tengah memformulasikan peta jalan NZE sektor energi, di mana PLTS diproyeksikan akan menjadi penyumbang utama produksi listrik (62%) atau setara

<sup>1</sup> Potensi teknis didefinisikan sebagai potensi pengembangan batas atas yang umumnya diwakili oleh nilai pembangkitan listrik yang dapat dicapai, baik dalam satuan unit pembangkitan maupun kapasitas terpasang, untuk batasan-batasan teknis tertentu seperti topografi, kesesuaian jenis lahan, dan juga performa sistem PLTS secara teknis (IESR & GEI, 2021).

---

dengan sekitar 400 GWp kapasitas terpasang di 2060 (IESR, 2021c). Meski potensi dan kelebihan dari PLTS sudah mulai terinternalisasi dalam rancangan kebijakan pemerintah, masih terdapat jarak (*gap*) antara ambisi dan realisasi pengembangan PLTS saat ini. Dalam studi pemodelan yang dilakukan IESR dkk. (2021), dibutuhkan setidaknya 19 GWp kapasitas terpasang PLTS di 2025 dan 108 GWp di 2030 untuk mencapai dekarbonisasi mendalam sektor energi di 2050. Artinya, masih terdapat *gap* yang sangat besar (18,8 GW) dari status terpasang di akhir 2021 yaitu 0,2 GWp, sehingga akselerasi pemanfaatan PLTS secara masif hingga orde gigawatt dalam dekade ini sangat diperlukan. Oleh karena itu, pemetaan dan identifikasi mendalam mengenai kondisi dan kapasitas PLTS terpasang saat ini menjadi penting untuk analisis kondisi lapangan yang menjadi penghambat dalam perkembangan PLTS di Indonesia.

Dalam usaha pencapaian target pengembangan dan perancangan kebijakan yang efektif, keberadaan informasi mengenai *project pipeline* menjadi sangat penting. Hal tersebut diperlukan sehingga perancang kebijakan dan pemangku kepentingan terkait di sektor ketenagalistrikan dapat melakukan adaptasi dan penyesuaian terhadap kebijakan dan perencanaan yang hendak dikeluarkan. Hingga akhir 2021, BloombergNEF dan IESR (2021) mencatat terdapat setidaknya perkembangan *project pipeline* sebesar 2,7 GWac dari segmen PLTS skala besar<sup>2</sup>, baik untuk wilayah usaha PLN, wilayah usaha non-PLN, serta proyek berorientasi ekspor ke Singapura. Informasi *project pipeline* dari segmen pembangkit PLTS terdesentralisasi seperti PLTS atap (baik di sektor komersial dan industri maupun rumah tangga) sendiri cenderung masih sangat terbatas karena adopsinya yang lebih berbasis pasar dan jauh dari pantauan pemerintah secara umum. Padahal, segmen komersial dan industri telah menjadi penggerak pertumbuhan PLTS atap setidaknya dalam tiga tahun terakhir dan diperkirakan akan meningkat pesat dalam lima tahun ke depan (IESR, 2021c). Maka dari itu, guna memberikan analisis terhadap tren perkembangan PLTS dalam pencapaian target pengembangan dan rumusan kebijakan yang lebih baik, laporan ini bermaksud untuk menyediakan informasi dan analisis mengenai perkembangan *project pipeline* PLTS dari beragam sektor aplikasi, termasuk PLTS skala besar dan PLTS terdesentralisasi, termasuk PLTS *off-grid*.

<sup>2</sup> PLTS skala besar, atau umum dikenal sebagai utility-scale solar, didefinisikan sebagai proyek PLTS yang memerlukan kontrak perjanjian jual beli listrik (PJBL) dengan *oftaker*, umumnya pemegang wilayah usaha ketenaga listrikan seperti PLN maupun non-PLN.

---

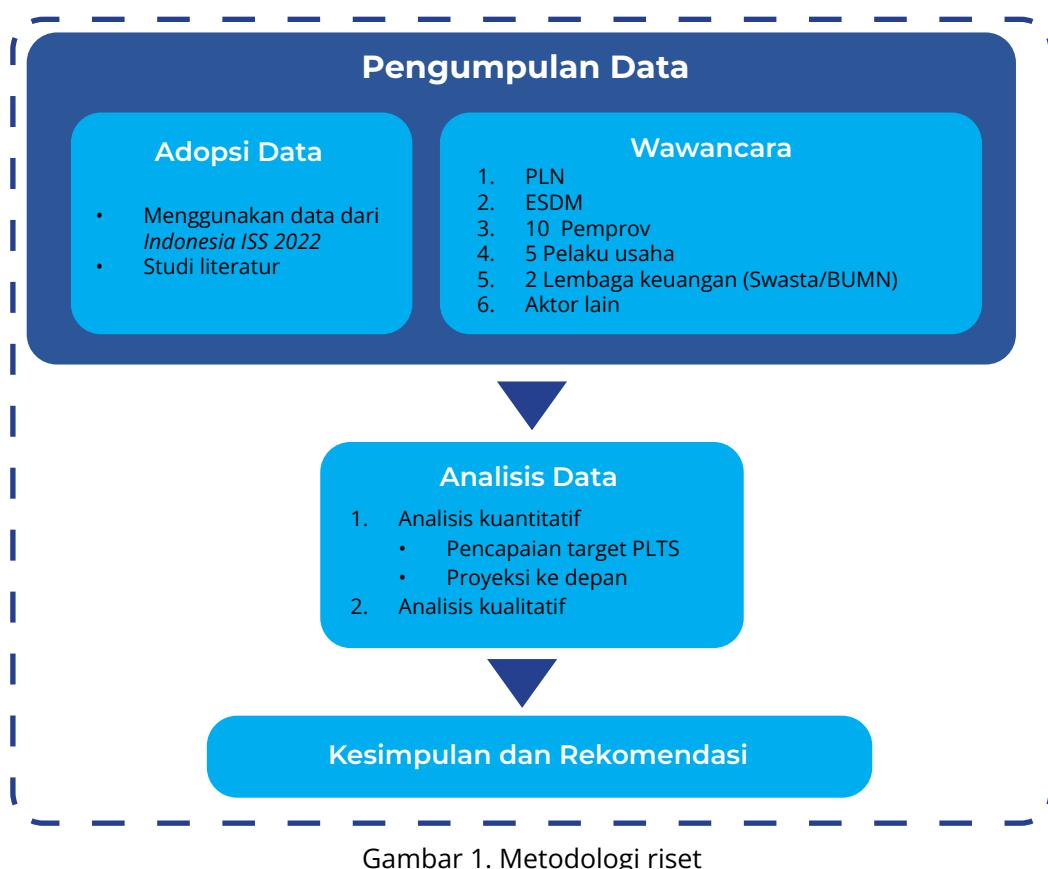
## 1.2. Tujuan Studi

Berangkat dari latar belakang sebelumnya, studi ini bertujuan untuk :

1. Mengidentifikasi proyek PLTS *existing* dari berbagai sektor, baik PLTS skala besar, PLTS prosumer (baik PLTS atap dan non-atap), PLTS *off-grid*, maupun aplikasi PLTS lainnya yang telah dibangun di Indonesia hingga kuartal 1 2022.
2. Mengidentifikasi *project pipeline* PLTS yang akan dibangun di Indonesia pada tahun 2022 hingga 2025.
3. Menganalisis tren pertumbuhan pemanfaatan PLTS di Indonesia.

## 2. Metodologi

Secara garis besar, riset ini menggunakan perpaduan antara pendekatan kuantitatif dan pendekatan kualitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan dengan tujuan untuk menganalisis tren perkembangan PLTS<sup>3</sup> dari berbagai sektor di Indonesia. Pendekatan kualitatif digunakan dengan tujuan untuk menganalisis faktor pendukung dan penghambat dalam perkembangan PLTS di Indonesia. Riset ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengurangi *gap* antara ambisi dan realisasi pengembangan PLTS di Indonesia saat ini. Dengan kata lain, IESR melakukan riset ini untuk menyediakan informasi terkini mengenai perkembangan *project pipeline* PLTS dari berbagai sektor bagi para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan untuk pembuatan kebijakan yang lebih baik. Metodologi riset ini dapat dilihat pada **Gambar 1.**



Gambar 1. Metodologi riset

Pada riset ini, pengumpulan data dilakukan dengan cara adopsi data dan wawancara. Adopsi data diperoleh dari rangkaian acara *Indonesia Solar Summit 2022 (ISS 2022)* pada 19 s.d. 20 April 2022. Beriringan dengan riset ini, IESR bersama Kementerian ESDM menggelar acara ISS 2022 yang bertujuan untuk mengumpulkan

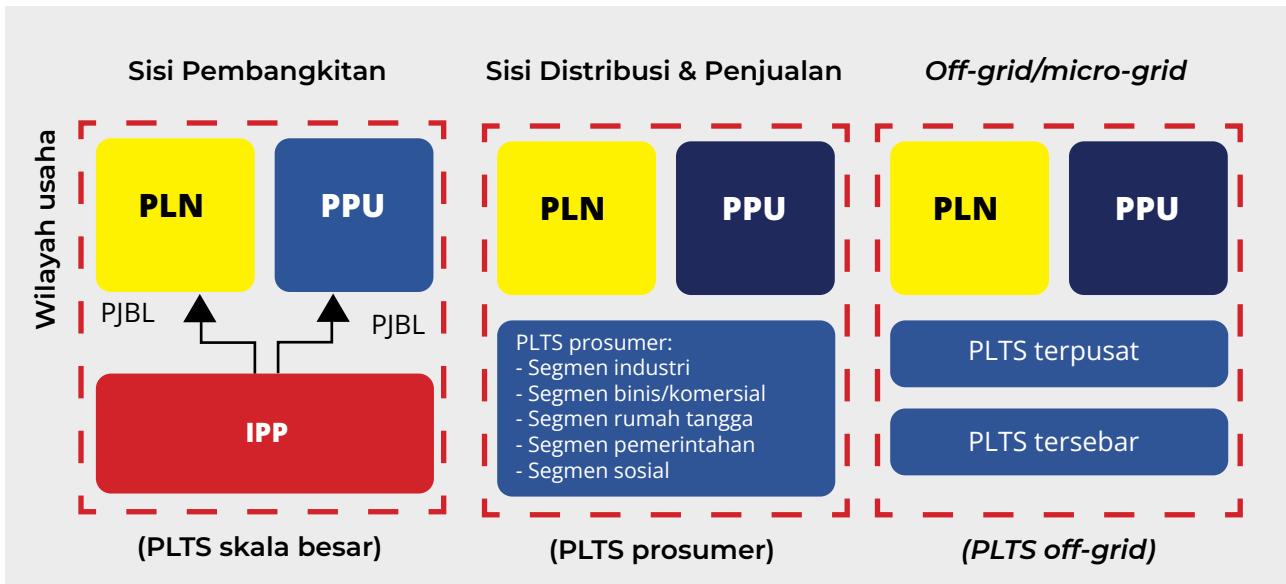
<sup>3</sup> Penting untuk dicatat bahwa teknologi PLTS yang dibahas dalam studi ini hanyalah PLTS dengan teknologi fotovoltaik, bukan teknologi tenaga surya terkonsentrasi (*concentrated solar power* atau CSP).

---

para pembuat kebijakan skala nasional dan provinsi, para pebisnis, para investor, dan pemangku kepentingan lainnya untuk mendeklarasikan dan merealisasikan orde gigawatt PLTS di Indonesia. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh data sekunder untuk beberapa data yang diperlukan pada tahap analisis. Di samping itu, wawancara dilakukan dengan beberapa pemangku kepentingan yang terlibat dalam ekosistem PLTS, diantaranya PLN, Kementerian ESDM, pemerintah provinsi, pelaku usaha yang terlibat dalam bisnis (rantai pasok) PLTS, institusi keuangan, dan aktor-aktor lainnya.

Berkaitan dengan analisis mendalam pada riset ini, dilakukan segmentasi terhadap pengaplikasian PLTS. Segmentasi tersebut terdiri dari: PLTS skala besar, PLTS atap (atau PLTS prosumer), PLTS *off-grid*, dan PLTS lainnya. Selain itu, digunakan beberapa terminologi yang dilakukan untuk pembatasan yang dilakukan untuk kebutuhan riset ini. Berikut definisi masing-masing terminologi (lihat Gambar 2 untuk representasi visual dari kategorisasi):

- **PLTS skala besar:** PLTS dengan aplikasi pembangkitan listrik tradisional (seperti pembangkit listrik termal konvensional) yang tersambung ke suatu sistem jaringan listrik untuk memasok daya listrik. Dari segi kepemilikan dapat dimiliki oleh perusahaan utilitas langsung (baik PLN ataupun pemegang wilayah usaha non-PLN [*private power utility*, PPU]), maupun oleh perusahaan penyedia tenaga listrik swasta (*independent power producer*, IPP) melalui perjanjian jual beli listrik (PJBL). Dari segi kapasitas, PLTS skala besar umumnya memiliki kapasitas minimum setidaknya 1 MW.
- **PLTS prosumer:** PLTS untuk kepentingan pribadi (*prosumer*) yang terpasang pada atap bangunan maupun terpasang di tanah (*ground-mounted*) secara terhubung (*grid-tied*), terhubung *hybrid*, ataupun tidak terhubung (*off-grid*) dengan jaringan listrik PLN yang dilakukan pada bangunan komersial dan industri (*C&I*), residensial, dan pemerintah.
- **PLTS terisolasi:** PLTS yang dikembangkan pada daerah-daerah terisolasi. PLTS ini direncanakan dan tercatat dalam RUPTL PLN. Adapun jenis PLTS ini terdapat yang tersambung dan tidak tersambung dengan jaringan listrik PLN.
- **PLTS lainnya:** PLTS yang dipasang di teritori Indonesia, namun produksi energi tersebut dieksport dan dikonsumsi oleh mancanegara.
- **Project pipeline:** Proyek PLTS yang berada dalam tahap pengembangan yang telah memiliki kontrak tertandatangani (*committed*) per tahun 2021 atau yang akan memiliki kontrak setidaknya di tahun 2022 dan 2023.



Gambar 2. Representasi visual untuk kategorisasi PLTS berdasarkan tipe aplikasi dan segmen

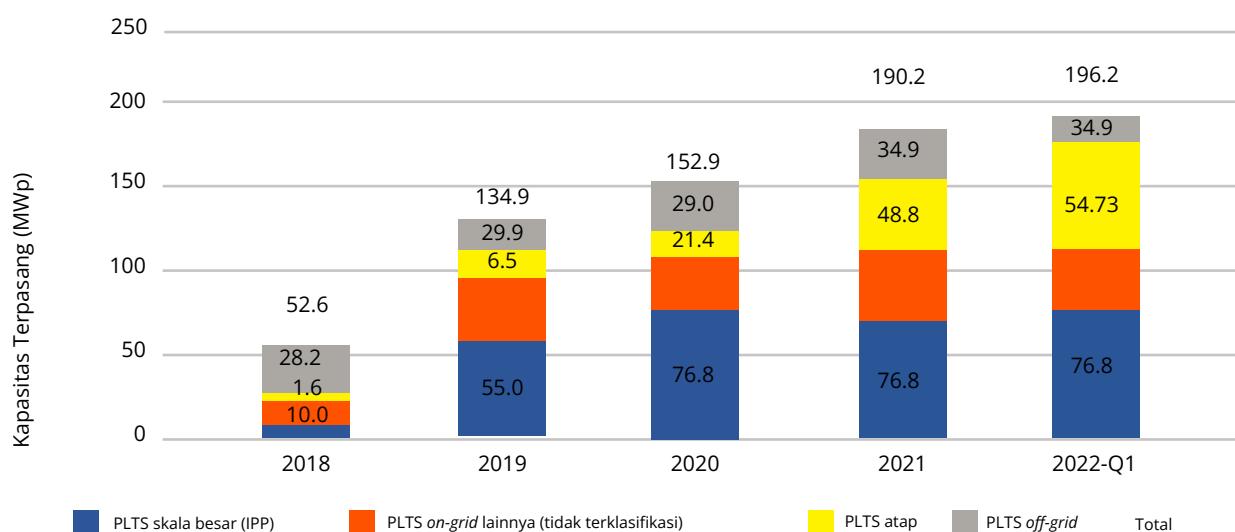
Analisis dilakukan baik secara kuantitatif dan kualitatif untuk masing-masing segmen PLTS. Masing-masing segmen PLTS dianalisis secara kuantitatif untuk mengidentifikasi *gap* antara realisasi PLTS di Indonesia dengan ambisi pemerintah maupun komitmen Perjanjian Paris. Masing-masing segmen PLTS tersebut dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh, terutama pada aspek politik/regulasi dan teknologi-ekonomis dalam implementasi PLTS di Indonesia saat ini. Terakhir, temuan-temuan faktor tersebut digunakan untuk merumuskan rekomendasi yang ditujukan kepada para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan terkait.

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1. Gambaran Umum

##### 3.1.1. Pemanfaatan PLTS di Indonesia Saat Ini

Berdasarkan analisis IESR, hingga kuartal 1 2022, total kapasitas terpasang PLTS di Indonesia mencapai 196,2 MWp (lihat Gambar 3). PLTS skala besar adalah kontributor terbesar, dengan total kapasitas terpasang sebesar 76,8 MWp (40% dari total kapasitas terpasang), diikuti oleh PLTS atap (pelanggan PLN) sebesar 54,7 MWp (28%). Sisanya berasal dari PLTS off-grid sebesar 34,9 MWp (17%) dan PLTS on-grid lainnya sebesar 29,8 MWp (15%). Dalam hal pembangkitan listrik, Kementerian ESDM (2022a) mencatat PLTS secara total menyumbang sebesar 167,62 GWh (dari pembangkitan listrik *on-grid* milik PLN, pembelian dari swasta, maupun *off-grid*), atau hanya sebesar 0,05% dari total pembangkitan listrik 309,07 TWh di tahun 2021.



Gambar 3. Kapasitas terpasang PLTS di Indonesia, 2018–2022-Q1

Sumber: *Handbook of Energy and Economic Statistics 2021*, Kementerian ESDM, PLN, Analisis IESR.

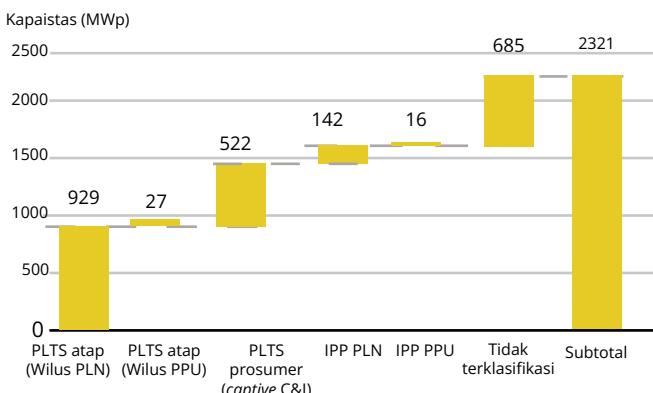
Hal tersebut sangat disayangkan mengingat Indonesia memiliki potensi teknis tenaga surya yang melimpah, mencapai 3~20 TWp dengan potensi pembangkitan mencapai 4.000~27.000 TWh per tahun, cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik seluruh Indonesia (IESR & GEI, 2021). Dalam konteks dekarbonisasi, Indonesia memerlukan setidaknya 19 GW kapasitas terpasang PLTS di 2025 dan 108 GW terpasang di 2030 agar sejalan dengan pembatasan kenaikan temperatur global rata-rata dibawah 1,5°C (jalur 1,5°C) sesuai dengan Persetujuan Paris.

### 3.1.2. Deklarasi dalam *Indonesia Solar Summit 2022*

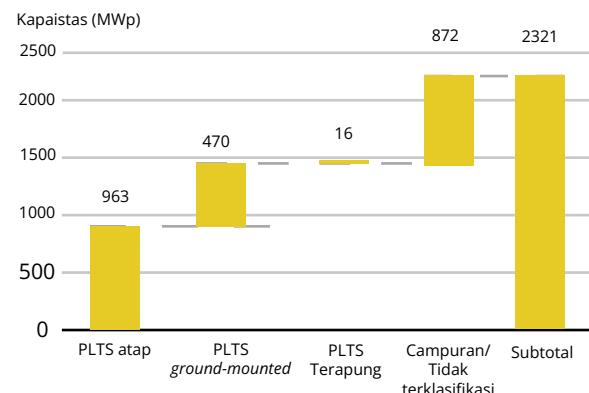
Dalam acara *Indonesia Solar Summit 2022*, yang menghadirkan pemangku kepentingan pemerintah maupun industri, terkumpul *project pipeline* sejumlah 2,3 GWp dari 31 perusahaan yang mendeklarasikan *project pipeline* mereka untuk tahun 2022–2023. *Project pipeline* tersebut merupakan proyek PLTS milik pengembang, perusahaan jasa *Engineering, Procurement, and Construction* (EPC), maupun konsumen langsung yang berstatus sudah terkontrak (*committed*), maupun yang akan memiliki kontrak selambat-lambatnya di 2023.

Secara umum, *project pipeline* terbesar berada pada kategori instalasi jenis PLTS atap pada wilayah usaha PLN (929 MWp), disusul oleh penggunaan PLTS prosumer (baik atap maupun non-atap) di segmen PLTS prosumer (*captive C&I*) sebesar 522 MWp, dan terdapat setidaknya 685 MWp komitmen proyek yang tidak terklasifikasi (lihat **Gambar 4**). Berdasarkan jenis instalasi, PLTS atap berkontribusi paling besar (41%) terhadap total *project pipeline* pada ISS 2022, disusul oleh PLTS *ground-mounted* (20%). Sebanyak 37% sisanya tergolong jenis instalasi campuran (PLTS atap, *ground-mounted*, maupun terapung, tanpa rincian yang pasti) dan tidak terklasifikasi.

*Project pipeline* dari ISS 2022 hingga 2023, berdasarkan kategori instalasi



*Project pipeline* dari ISS 2022 hingga 2023, berdasarkan jenis instalasi



Gambar 4. Hasil deklarasi *project pipeline* dalam *Indonesia Solar Summit 2022* untuk tahun 2022–2023.

Catatan: PLTS atap (wilus PLN) adalah sistem PLTS atap yang terhubung ke jaringan PLN, PLTS Atap (wilus PPU) adalah sistem PLTS atap yang terhubung ke jaringan PPU, PLTS prosumer (*captive C&I*) adalah sistem PLTS atap untuk kepentingan sendiri (*own-use*) atau tanpa *net metering*, IPP PLN adalah PLTS skala besar yang memiliki PJBL dengan PLN sesuai pengembangan dalam RUPTL, dan IPP PPU adalah PLTS skala yang memiliki PJBL dengan PPU sesuai pengembangan sistem ketenagalistrikan wilayah usaha PPU.

---

Pada bagian selanjutnya, status kapasitas terpasang dan perkembangan *project pipeline* dari masing-masing segmen dan aplikasi akan dibahas secara detail. Perlu dicatat bahwa untuk meminimalkan terjadinya perhitungan ganda, laporan ini tidak mencoba untuk mengasosiasikan/menggabungkan hasil temuan antara *project pipeline* ISS 2022 dengan *project pipeline* secara umum (berdasarkan kategori dan jenis instalasi sebagaimana dijelaskan di Bab 2 Metodologi).

## 3.2. PLTS Skala Besar

### 3.2.1. Kapasitas Terpasang

Hingga akhir 2021, total kapasitas terpasang PLTS skala besar di Indonesia mencapai 76,75 MWp yang terdiri dari 12 proyek (lihat **Tabel 1**). Perlu dicatat bahwa saat ini, proyek PLTS skala besar yang sudah masuk dalam tahap operasi masih terbatas pada proyek PLTS skala besar yang menjual listrik ke PLN saja (PLTS IPP). Dalam subbab ini, perkembangan *project pipeline* PLTS skala besar milik PLN, PPU, maupun IPP yang menjual listrik ke PLN atau PPU akan dibahas (lihat **Bab 2. Metodologi** untuk definisi lebih rinci). Perkembangan PLTS skala besar untuk kepentingan pribadi (penggunaan langsung) akan dibahas pada bagian PLTS atap.

Tabel 1. Daftar proyek PLTS IPP (dalam wilayah usaha PLN) terpasang hingga 2021

No	Nama proyek	Lokasi	Kapasitas DC (MWp)	Jenis PLTS	Pengembang	Tahun COD
1	Oelpuah	Kupang, Nusa Tenggara Timur	5	Ground-mounted	PT Len Industri (Persero)	2016
2	Sumalata	Gorontalo	2	Ground-mounted	PT Brantas Energi-Adyawinsa	2016
3	Hambapraing	Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur	1	Ground-mounted	PT Sumber Energi Surya Nusantara	2017
4	Maumere & Ende	Flores, Nusa Tenggara Timur	2x1	Ground-mounted	PT Sumber Energi Surya Nusantara	2019
5	Atambua	Nusa Tenggara Timur	1	Ground-mounted	PT Global Karya Mandiri	2019
6	Jakabaring	Sumatera Selatan	2	Ground-mounted	Perusahaan Daerah Pertambangan dan Energi Sumatera Selatan	2018
7	Pringgabaya	Lombok, Nusa Tenggara Barat	7	Ground-mounted	PT Infrastruktur Terbarukan Adhiguna (Vena Energy)	2019
8	Selong	Lombok, Nusa Tenggara Barat	7	Ground-mounted	PT Infrastruktur Terbarukan Buana (Vena Energy)	2019
9	Sengkol	Lombok, Nusa Tenggara Barat	7	Ground-mounted	PT Infrastruktur Terbarukan Cemerlang (Vena Energy)	2019
10	Likupang	Sulawesi Utara	21	Ground-mounted	PT Infrastruktur Terbarukan Lestari (Vena Energy)	2019
11	Isimu	Gorontalo	14,5	Ground-mounted	PT Quantum Energy	2020
12	Sambelia	Nusa Tenggara Barat	7,25	Ground-mounted	PT Delapan Menit Energi	2020
Total			76,75			

Sumber: IESR. (2021). Hitting Record-Low Solar Electricity Prices in Indonesia.

---

Perkembangan PLTS skala besar (dengan skema IPP ke PLN) di Indonesia dimulai pertama kali di 2014 melalui **Peraturan Menteri ESDM No. 17/2013** (lihat **Gambar 5**). Saat itu, pemerintah Indonesia menggunakan mekanisme pelelangan PLTS dengan penawaran kuota kapasitas (per wilayah sistem). Dari total 80 proyek dengan total kapasitas 140 MW yang tersebar di 11 lokasi, hanya 5 proyek dengan total 11 MWp yang berhasil mencapai tahap operasi hari ini (IESR, 2021a). Lelang PLTS IPP dengan kuota kapasitas selanjutnya dilakukan di 2016. Lelang kedua tersebut merupakan kali pertama pengenalan skema *fixed feed-in tariff* (FiT) dengan *basis first come, first served* melalui Peraturan Menteri ESDM No. 19/2016. Meski demikian, peraturan tersebut berumur pendek dan pelelangan tersebut dibatalkan karena adanya perubahan prioritas dan pergantian regulasi yang didorong oleh kekhawatiran terkait kenaikan biaya pokok penyediaan pembangkitan PT PLN (BPP Pembangkitan PLN) (IESR, 2021a).

Di tahun 2017, muncul beberapa pengumuman penandatanganan perjanjian jual beli listrik dari enam proyek PLTS di Indonesia Timur, mengikuti **Peraturan Menteri ESDM No. 12/2017** yang menggantikan **Peraturan Menteri ESDM No. 19/2016** sebelumnya. Perkembangan ini berhasil mendatangkan enam proyek dengan kapasitas terpasang yang cukup meningkat dibandingkan sebelumnya, di mana terdapat di antaranya: empat proyek PLTS di Lombok dengan kapasitas masing-masing ~7 MWp, satu proyek PLTS dengan kapasitas 15 MWp di Gorontalo, dan satu proyek PLTS 21 MWp di Likupang, Sulawesi Utara, yang merupakan PLTS terpasang dalam operasi terbesar saat ini (IESR, 2021a). Hingga 2020, terdapat setidaknya empat lelang PLTS dengan skala proyek yang cukup meningkat signifikan, di antaranya PLTS terapung Cirata (145 MWac), 2x25 MWp PLTS Bali, dan juga lelang pemilihan mitra pengembangan oleh Indonesia Power (lihat Bagian 3.2.2).

2013-2017	2019	2020
<p><b>Juli 2013</b> <b>Lelang PLTS dengan kuota kapasitas pertama - Permen ESDM No. 17/2013</b> Total kapasitas ditawarkan: 140 MW, 80 proyek, 11 lokasi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Hasil:</b> 7 proyek di 7 lokasi, total kapasitas 15 MW</li> <li><b>Status:</b> Hanya 5 proyek berhasil sampai tahap operasional</li> </ul>	<p><b>Mei 2017</b> <b>Lelang PLTS di Sumatera, implementasi pertama - Permen ESDM No. 12/2017</b> 6 paket proyek di Sumatera dengan total kapasitas 167,5 MWp.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Status:</b> Batal (hanya mencapai tahap pra-kualifikasi, jaringan dianggap tidak siap)</li> </ul>	<p><b>Juli 2019</b> <b>Lelang PLTS Terapung Cirata oleh PT PJB</b> Kapasitas 145 MWac Dilelang oleh PT BJB untuk mencari 49% <i>equity partner</i>, dimenangkan oleh Masdar.</p> <p><b>Payung regulasi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Permen ESDM No. 12/2017</b> untuk tarif</li> <li><b>Peraturan Direksi PLN</b> untuk proses seleksi (penugasan pada anak perusahaan)</li> </ul>
<p><b>Juli 2016</b> <b>Lelang PLTS dengan kuota kapasitas kedua - Permen ESDM No. 19/2016</b> Pengenalan <i>feed-in-tariff</i> tetap dengan basis <i>first come, first served</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Total 5 GW akan ditawarkan sampai 2020, dengan Tahap 1 sebesar 250 MW</li> <li>FIT bervariasi tergantung lokasi, dalam rentang US\$ 14,5--25 sen/kWh di Tahap 1</li> </ul> <p><b>Status:</b> Dibatalkan (oleh Permen ESDM No. 12/2017 di Jan 2017)</p>	<p><b>Agustus 2017</b> <b>Enam proyek PLTS di Indonesia Timur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Proyek 3 x 7 MWp di Lombok</li> <li>Proyek 1 x 7,25 MWp di Sambelia, Lombok</li> <li>Proyek 1 x 21 MWp di Likupang, Sulawesi Utara</li> <li>Proyek 1 x 15 MWp di Gorontalo</li> <li><b>Awal pengadaan</b> kurang jelas, kemungkinan di 2016</li> <li>PPA mengikuti <b>Permen ESDM No 12/2017</b></li> <li><b>Status:</b> Telah beroperasi seluruhnya</li> </ul>	<p><b>Juli 2019</b> <b>Lelang PLTS di Bali (lelang ulang dari tahun 2017)</b> Kapasitas 2 x 25 MW (Jembrana dan Kubu)</p> <p><b>Payung regulasi:</b> <b>Permen ESDM No. 50/2017</b></p> <p><b>Status:</b> Menunggu finalisasi PPA</p> <p><b>Okt 2019 (pra-kualifikasi) - Des 2019</b> <b>Bangsa 1 x 10 MWp</b></p> <p><b>Payung regulasi:</b> <b>Permen ESDM No. 50/2017</b></p> <p><b>Status:</b> Studi kelayakan negosiasi PPA</p>
		<p><b>Status:</b> Penawaran diterima, pemenang belum diumumkan resmi</p> <p><b>Payung regulasi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Permen ESDM No. 50/2017</b> untuk tarif</li> <li><b>Peraturan Direksi PLN</b> untuk penugasan pada anak perusahaan</li> <li><b>Keputusan Direksi Indonesia Power</b> untuk panduan seleksi mitra usaha</li> </ul>

Gambar 5. Sejarah pelelangan PLTS skala besar (IPP) di Indonesia di 2013–2020

Sumber: IESR. (2021). Ringkasan Kebijakan: Mendorong Penetrasi Energi Surya dalam Orde *Gigawatt* dan Harga Listrik Surya yang Kompetitif dengan Lelang Pembangkit Listrik Surya (PLTS) Skala Utilitas

### **3.2.2. Project Pipeline**

Perkembangan *project pipeline* PLTS skala besar secara umum dapat dibagi menjadi dua: 1) perkembangan di dalam wilayah usaha PLN, dan 2) perkembangan di wilayah usaha non-PLN (atau PPU).

#### **a. Perkembangan Project Pipeline dalam Wilayah Usaha PLN**

Perkembangan *project pipeline* PLTS dalam wilayah usaha PLN pada umumnya akan mengacu kepada rencana usaha penyediaan tenaga listrik sepuluh tahunan PLN (RUPTL PLN). Dalam RUPTL terbaru, yakni RUPTL 2021–2030, PLN merencanakan penambahan kapasitas PLTS sebesar 4,68 GW di 2021 hingga 2030. Setidaknya 3,91 GW (83%) dari total rencana penambahan kapasitas tersebut akan dicapai hingga 2025 untuk memenuhi target bauran energi terbarukan sebesar 23% di 2025.

Tidak semua rencana penambahan kapasitas tersebut termasuk sebagai kategori PLTS skala besar. Dari total rencana 4,68 GW, sebanyak 63,7% (atau 2,98 GW) direncanakan akan dikembangkan oleh swasta dengan skema IPP, sedangkan sisanya akan dikembangkan oleh PLN sendiri (umumnya dengan skema pemilihan kontraktor *engineering, procurement, and construction* atau “EPC”). Berdasarkan klasifikasi oleh PLN, sebesar 3,23 GW adalah PLTS terhubung jaringan (*on-grid*), di mana sebesar 54,4% (2,98 GW) akan dikembangkan oleh swasta dan sisanya oleh PLN sendiri, dan sebanyak 1,45 GW merupakan rencana penambahan PLTS *off-grid* yang di dalamnya termasuk program dedieselisasi (akan dibahas di **Bab 3.4**).

**Tabel 2** menampilkan daftar *project pipeline* dari PLTS skala besar di dalam wilayah usaha PLN hingga akhir kuartal 1 2022, sejumlah delapan proyek berkapasitas total 585 MWp. Proyek yang terdaftar dalam tabel tersebut setidaknya sudah melalui proses pelelangan oleh PLN atau melalui pelelangan pemilihan mitra pengembangan oleh anak perusahaan PLN yaitu PT Pembangkitan Jawa Bali (PJB) dan Indonesia Power (IP) (IESR, 2021a). Seperti yang telah disebutkan di bagian 3.2.1, seluruh *project pipeline* dalam daftar di Tabel 2 dikembangkan di antara 2017 dan 2020. Informasi lebih rinci mengenai kerangka regulasi dan mekanisme pelelangan pengembangan proyek-proyek dalam Tabel 2 dapat ditemukan dalam laporan “*Hitting Record-Low Solar Electricity Prices in Indonesia*” yang tertera di daftar pustaka di akhir laporan ini.

Berdasarkan progres *project pipeline* terkini, proyek PLTS terapung Cirata merupakan salah satu proyek yang paling matang karena telah mencapai *financial close* di bulan Agustus 2021 dan telah memasuki tahap konstruksi (IESR, 2021c).

Proyek tersebut direncanakan akan mencapai tahap operasi komersial pada November 2022. Namun, menurut pihak yang terlibat dalam pengembangannya, target tersebut diperkirakan akan mundur. Hal ini disebabkan oleh beberapa perkembangan di lapangan seperti kriteria keamanan yang ketat dari pihak *lender*, perubahan desain yang menyebabkan nilai tingkat kandungan dalam negeri berubah, dan upaya melakukan efisiensi biaya oleh pihak kontraktor (EPC) di tengah melambungnya harga panel dan komponen logistik rantai pasok global.

Tabel 2. Daftar *project pipeline* PLTS IPP hingga kuartal 1 2022

No	Nama proyek	Lokasi	Kapasitas	Jenis PLTS	Pengembang	Status
			DC (MWp)			
1	Cirata	Jawa Barat	175	PLTS terapung	PJB – Masdar (51:49)	Memasuki tahap konstruksi
2	Bali Barat	Jembrana, Bali	25	Ground-mounted	PT Medco Power Indonesia	Penandatanganan PJBL
3	Bali Timur	Kubu, Bali	25	Ground-mounted	PT Medco Power Indonesia	Penandatanganan PJBL
4	Bangka	Koba, Bangka Tengah	10	Ground-mounted	PT Jasa Tirta Energi – PT Surya Energi Indotama	Negosiasi PJBL
5	Singkarak	Singkarak	90	PLTS terapung	Indonesia Power – ACWA (51:49)	Pelalangan mitra dimenangkan, penandatanganan MoU dengan PLN
6	Saguling	Saguling	60	PLTS terapung		
7	Peaker Lampung	Lampung	100	Ground-mounted	Indonesia Power – ACWA/Masdar (51:49)	Pelalangan mitra dimenangkan, menunggu MoU
8	Kalimantan Barat	Kalimantan Barat	100	Ground-mounted		Pelalangan mitra dilakukan, menunggu MoU
<b>Total</b>			<b>585</b>			

Sumber: IESR. (2021). Hitting Record-Low Solar Electricity Prices in Indonesia, dengan status yang diperbarui per kuartal 1 2022.

Di sisi lain, di tengah rangkaian kelompok kerja transisi energi G20, proyek PLTS 2x25 MWp di Bali (Bali Barat dan Bali Timur) juga akhirnya mencapai tahap penandatanganan perjanjian jual beli listrik (PJBL) pada Maret 2022 (Kementerian ESDM, 2022f). Proyek tersebut sejatinya telah dilelang dan ditentukan pemenangnya sejak 2019 oleh PLN, namun belum berhasil mencapai penandatanganan PJBL karena isu ketidaksepakatan tarif (IESR, 2021c). Proyek tersebut merupakan proyek pertama yang merupakan hasil implementasi **Peraturan Menteri ESDM No. 50/2017** jo. Permen ESDM No. 4/2022. Berdasarkan RUPTL 2021–2030, kedua proyek tersebut ditargetkan untuk mencapai tahap operasi komersial di 2023, dengan kemungkinan penggandaan kapasitas untuk jadwal operasi di 2025.

---

Proyek lain dalam *pipeline* termasuk PLTS Bangka (Koba) yang dikembangkan oleh Jasa Tirta Energi dan anak perusahaan PT Len Industri (Persero), PT Surya Energi Indotama (SEI). Proyek ini dilelang di akhir 2019 dan telah menetapkan pemenang di 2020. Hingga akhir 2021, proyek ini masih berada dalam tahap negosiasi PJBL.

Perkembangan *project pipeline* yang cukup signifikan dalam hal kapasitas juga datang dari lelang pemilihan mitra ekuitas pengembangan PLTS oleh anak perusahaan PLN, PT Indonesia Power, di 2020. Lelang pemilihan mitra ekuitas ini adalah pertama kalinya dilakukan penggabungan (*bundling*) beberapa proyek dalam satu lelang. Dalam hal ini, terdapat empat proyek dengan kapasitas yang meningkat signifikan, yaitu, PLTS terapung di Danau Singkarak (90 MWp) dan Waduk Saguling (60 MWp), PLTS peaker 100 MWp di Lampung, serta 100 MWp PLTS di Kalimantan Barat. Penawaran harga untuk pemilihan mitra ekuitas tersebut berhasil mengungkapkan harga terendah dalam sejarah penawaran harga (*bid price*) pelelangan PLTS di Indonesia, ke angka di bawah USD 4¢/kWh khususnya dari dua proyek PLTS terapung tersebut (IESR, 2021a). Meski status pemenang sebagian masih tertunda (*pending award*), setidaknya status penawar pilihan dari kedua proyek PLTS terapung terkait telah diumumkan (Chandak, 2022).

---

## b. Perkembangan *Project Pipeline* dalam Wilayah Usaha Non-PLN (PPU)

Secara umum, wilayah usaha PPU maupun IPP yang melakukan kerja sama usaha dengan PPU pemegang wilayah usaha (kontrak PJBL), tidak memiliki rencana pengembangan *project pipeline* PLTS yang tertulis dan terbuka seperti layaknya RUPTL PLN. Dalam hal ini, informasi yang digunakan mengacu pada pengumuman pengembangan di media massa, maupun melalui pengumpulan data primer melalui wawancara dengan pelaku terkait. Perlu digarisbawahi kembali bahwa kategori *project pipeline* dalam sub-bab ini tidak mengacu pada kerja sama usaha bilateral untuk kepentingan pribadi (*prosumer*), melainkan kerja sama untuk memasok listrik untuk dialirkan kembali ke *tenant*<sup>4</sup> PPU.

Berdasarkan analisis IESR, terdapat setidaknya dua proyek dalam *project pipeline* PLTS skala besar dalam wilayah usaha PPU, keduanya merupakan pengembangan PLTS terapung.

- Pertama, proyek PLTS terapung dengan kapasitas 16 MWp yang berlokasi di Waduk Nadra Krenceng, bertempat di wilayah usaha anak perusahaan baja nasional PT Krakatau Steel (Persero), PT Krakatau Daya Listrik, Cilegon, Banten. Proyek tersebut saat ini memasuki tahap pra-konstruksi dan direncanakan akan masuk ke tahap operasi komersial di 2022. Proyek ini merupakan tahap pertama dari potensi pengembangan hingga 40 MWp.
- Kedua, pengembangan PLTS terapung di pulau Batam, di mana terdapat penandatanganan nota kesepahaman untuk mengembangkan PLTS terapung di kawasan Badan Pengusahaan Kawasan Perdagangan Bebas dan Pelabuhan Bebas Batam (BP Batam). Proyek tersebut direncanakan akan berlokasi di waduk Tembesi dengan kapasitas sebesar 333 MWp. Meski masih berada di tahap studi pra-kelayakan, proyek ini direncanakan akan menyuplai listrik ke sistem jaringan PLN Batam.

<sup>4</sup> *Tenant* yang dimaksud umumnya merupakan pelanggan dari suatu kawasan industri milik PPU

---

### **3.2.3. Perbandingan *Project Pipeline* Dengan Target *Net-Zero*/Dekarbonisasi**

Secara keseluruhan, berdasarkan data yang terkumpul hingga kuartal 1 2022, telah teridentifikasi *project pipeline* PLTS skala besar dari wilayah usaha PLN dan non-PLN (PPU) masing-masing sebesar 585 MWp dan 349 MWp hingga setidaknya 2023/2024. Meskipun angka ini terlihat menjanjikan dan mulai mendorong Indonesia masuk ke pengembangan orde gigawatt, angka ini masih jauh dari nilai kapasitas terpasang yang diperlukan untuk dekarbonisasi sistem kelistrikan Indonesia.

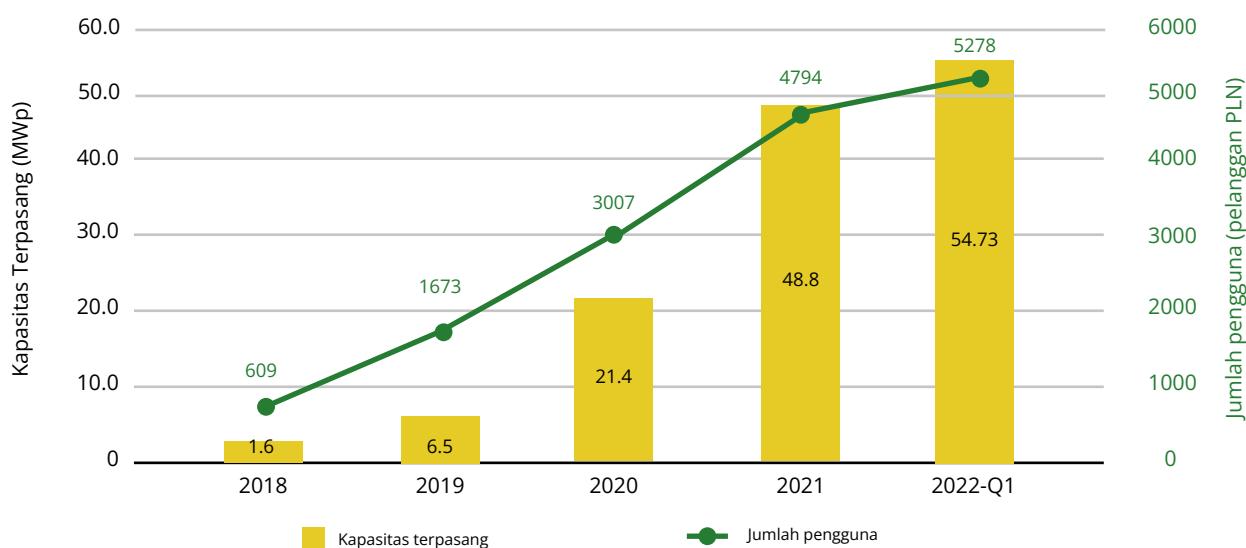
Dari sisi pengembangan wilayah usaha PLN, **RUPTL 2021–2030 merencanakan penambahan kapasitas PLTS sebesar 4,68 GWp hingga 2030, di mana sebesar 83% (3,91 GWp) direncanakan akan dicapai hingga 2025. Sedangkan *project pipeline* dari pasar wilayah usaha PLN baru terkumpul sebesar 0,585 GWp. Artinya, masih terdapat gap sebesar 4,09 GWp *project pipeline* yang belum terealisasi melalui pelelangan.** Dalam hal ini, PLN hanya memiliki waktu efektif tiga tahun untuk merealisasikan rencana penambahan yang tertunda di RUPTL 2021–2030, untuk mengejar target bauran energi terbarukan 23% di 2025. Dari sisi pengembangan wilayah usaha PPU, meskipun tidak ada target khusus dari pemerintah, *project pipeline* sebesar 0,35 GWp terbilang masih sangat kecil, mengingat potensi pengembangan PLTS di kawasan industri cukup besar karena minat dan komitmen keberlanjutan yang besar dari perusahaan-perusahaan industri untuk menurunkan jejak karbon mereka.

Berdasarkan pemodelan yang dilakukan Kementerian ESDM dalam strategi pencapaian NZE (peta jalan NZE sektor energi), setidaknya Pemerintah mensimulasikan keperluan 13 GWp kapasitas terpasang PLTS di 2035 (Kementerian ESDM, 2021a). Bahkan, jika Indonesia ingin melakukan dekarbonisasi sistem energinya lebih cepat sehingga sejalan dengan Persetujuan Paris, maka dibutuhkan setidaknya 19 GWp kapasitas terpasang di 2025.

### 3.3. PLTS Prosumer

#### 3.3.1. Kapasitas Terpasang

Pemanfaatan PLTS prosumer (atap) di Indonesia dari segmen rumah tangga, bisnis, industri, sosial, maupun pemerintahan masih sangat rendah. Menelusuri histori perkembangan PLTS atap, teknologi ini sejatinya telah mulai diadopsi setidaknya sejak 2013 melalui Peraturan Direksi PLN No. 0733.K/DIR/2013, meskipun masih terbatas pada daya terpasang hingga  $\leq 20$  kVA, yang kemudian diatur secara lebih menyeluruh melalui **Peraturan Menteri ESDM No. 49 di tahun 2018** (ICED, 2020). Komitmen adopsi PLTS atap juga terus berlanjut dengan dilaksanakannya Deklarasi Gerakan Nasional Sejuta Surya Atap (GNSSA) dengan target mencapai 1 GW di Indonesia pada 2020 yang dihadiri oleh pemerintah, asosiasi-asosiasi, dan pemangku kepentingan lainnya pada 13 September 2017 (Wijatmoko, 2017). Namun, aksi deklarasi tersebut tidak berpengaruh besar pada pertumbuhan penggunaan PLTS atap, terutama dari tahun 2018 sampai dengan kuartal 1 2019. Pertumbuhan PLTS atap mulai bertumbuh signifikan pada kuartal 2 tahun 2019 dan berlanjut hingga hari ini. Seiring dengan waktu, pengguna PLTS atap bertumbuh mulai dari sekitar 300 pengguna pada 2017 menjadi 5.278 pengguna pada kuartal 1 tahun 2022.

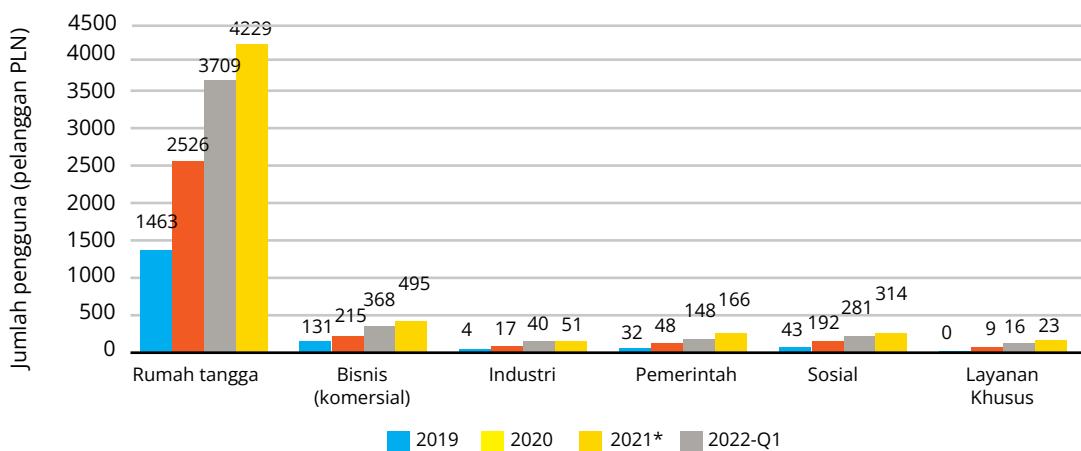


Gambar 6. Pertumbuhan kapasitas dan jumlah pengguna PLTS atap (pelanggan PLN), 2018–2022-Q1

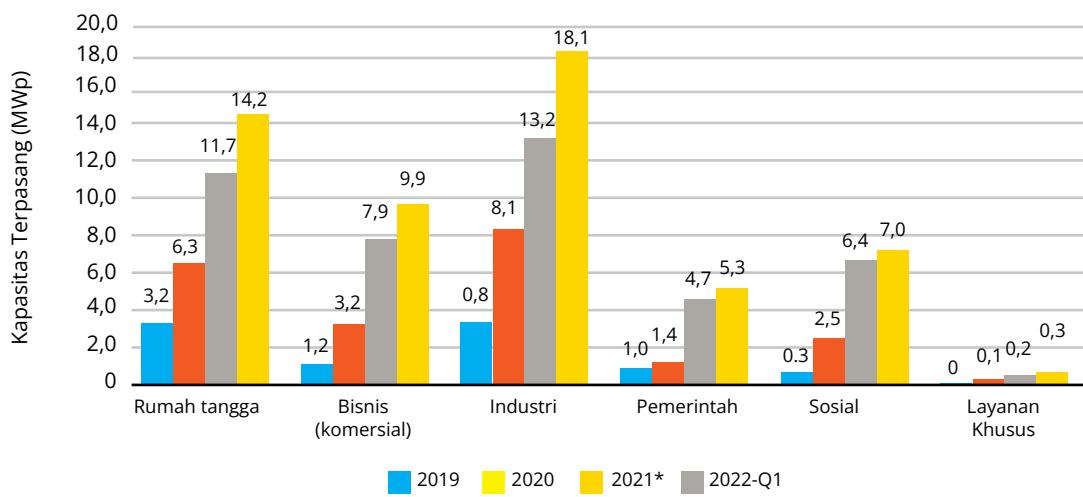
Sumber: Kementerian ESDM, PLN, Analisis IESR

Pertumbuhan kapasitas terpasang PLTS atap terus mengalami perkembangan setiap tahun, mulai dari 1,6 MWp pada tahun 2018 berkembang menjadi 54,7 MWp pada kuartal 1 2022 (lihat **Gambar 6**) (DJEBTKE, 2022). Realisasi kapasitas PLTS atap sampai dengan kuartal 1 2022 telah mencapai 12,16% dari target Kementerian ESDM pada akhir tahun 2022, yaitu sebesar 450 MWp (Julian, 2022). Namun, realisasi kapasitas PLTS atap pada kuartal 1 2022 baru memenuhi 1,52% dari target penambahan kapasitas PLTS atap sebesar 3,6 GW pada Program Strategis Nasional (PSN) (Kementerian ESDM, 2022d).

Pertumbuhan pengguna PLTS atap (pelanggan PLN) berdasarkan segemen, 2018-2022-Q1



Pertumbuhan kapasitas terpasang PLTS atap (pelanggan PLN) berdasarkan segemen, 2018-2022-Q1



Gambar 7. Pertumbuhan kapasitas terpasang dan jumlah pengguna PLTS atap (pelanggan PLN) berdasarkan segmen, 2018-2022 Q1

*Sumber: Kementerian ESDM, PLN, Analisis IESR. Catatan: Detil data tahun 2021 adalah data hingga November 2021, selainnya data hingga Desember tahun tersebut, kecuali untuk tahun 2022 (hanya hingga Q1 2022)*

Jika dilihat berdasarkan segmen pelanggan PLTS atap, mayoritas pengguna PLTS atap sebanyak 4.229 pengguna (80% dari total pengguna PLTS atap 2022-Q1) berasal dari segmen rumah tangga (lihat **Gambar 7**). Namun, data kapasitas PLTS atap terpasang pada kuartal 1 2022 menunjukkan bahwa segmen industri merupakan penyumbang kapasitas terpasang terbesar, mengalahkan segmen rumah tangga. Perbedaan antara pertumbuhan jumlah pengguna dan kapasitas terpasang PLTS atap pada segmentasi tersebut terjadi karena segmen C&I memasang PLTS atap dengan kapasitas rata-rata sekitar 1 MWp, yang lebih besar sekitar 250–500 kali lipat dibandingkan dengan kapasitas rata-rata pemasangan PLTS pada segmen rumah tangga sebesar 2–4 kWp.

### 3.3.2. Project Pipeline

Dalam Program Strategis Nasional, Kementerian ESDM menargetkan kapasitas terpasang PLTS atap di Indonesia mencapai 3,61 GW dari berbagai segmen pada tahun 2025 (lihat **Gambar 8**) (DJEBTKE, 2022). Berdasarkan data deklarasi ISS 2022, *project pipeline* PLTS atap yang terkumpul dari *developer*, EPC, dan industri pada 2023 tercatat sebesar 963 MWp—melebihi target kapasitas PLTS atap tahun 2023 sebesar 900 MWp. Surplus kapasitas terpasang pada *project pipeline* PLTS atap tahun 2023 menunjukkan animo perkembangan PLTS atap yang meningkat baik dari pengembang maupun konsumen. PLTS atap di Indonesia mengalami perkembangan yang baik, khususnya dari sisi komersial dan industri, serta rumah tangga. Selain itu, terdapat hibah sebesar 23,6 miliar rupiah dari UNDP sebagai insentif pemasangan PLTS atap kepada 4.874 pelanggan PT. PLN (Putri, 2022).



Gambar 8. Peta jalan pengembangan PLTS atap di Indonesia

Sumber: DJEBTKE, 2022

---

Permen ESDM No. 26 Tahun 2021 tentang PLTS Atap yang terhubung pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang IUPTL untuk Kepentingan Umum menjadi faktor pendukung untuk para pengguna PLTS atap, salah satunya karena ketentuan ekspor kWh listrik ditingkatkan dari 65% menjadi 100% sehingga keekonomian PLTS atap menjadi lebih atraktif. Meski demikian, Permen ESDM 26/2021 belum terimplementasikan di lapangan karena PLN membatasi kapasitas maksimum yang dapat dipasang oleh konsumen sejak resmi ditetapkan di awal Februari 2022 hingga Oktober 2022 (pada saat penulisan). Dalam hal ini, PLN mengimbau unit distribusi mereka untuk melakukan pembatasan kapasitas maksimum terhadap permohonan pemasangan PLTS atap dari 100% menjadi 10-15% dari daya terpasang konsumen (untuk semua golongan tarif). Upaya tersebut dilakukan karena adanya kekhawatiran terhadap kondisi *overcapacity* pembangkit, khususnya di wilayah Jawa-Bali, yang diperburuk dengan potensi kehilangan pendapatan (*revenue loss*) dari penjualan tenaga listrik kepada PLTS prosumer.

Hal ini menjadi batu sandungan untuk perkembangan PLTS atap. Di sektor industri, sebagai contoh, PT Mitsubishi Motors Krama Yudha Indonesia hanya dapat memasang 15% dari daya terpasang sebesar 10 MW karena adanya hambatan pada saat proses pemasangan (Riyandanu, 2022). Adapun, kebijakan PLTS atap dengan kapasitas 100% pada Permen No. 26 Tahun 2021 sedang dikaji ulang oleh pemerintah dan PLN karena terdapat pengaruh terhadap proses bisnis PLN (Setiawan, 2022). Bukan hanya tidak berjalan di lapangan, Permen No. 26 Tahun 2021 berisiko untuk direvisi karena dampak keekonomian pada PT PLN. Hal ini memberikan efek negatif terhadap niat pengadopsian dan iklim investasi PLTS atap.

Tabel 3. Daftar proyek PLTS prosumer skala industri & komersial hingga kuartal 1 tahun 2022

No	Nama proyek	Lokasi	Kapasitas	Jenis PLTS	Pengembang	Status
			DC (MWp)			
1	Amman Mineral Nusantara	Sumbawa	26	C&I	PT Medco Power Indonesia	Kontruksi
2	Musi Green Hybrid	Sumatera Selatan	10,5	C&I	PT Sumber Energi Sukses Makmur (SESM) dengan Sungrow Power Supply Co Ltd.	Dalam pengembangan
3	Ombilin	Sumatera Barat	100	<i>Ground-mounted</i>	PTBA	Dalam pengembangan
4	Tanjung Enim	Sumatera Selatan	100	<i>Ground-mounted</i>	PTBA	Dalam pengembangan
5	Bantuas	Kalimantan Timur	30	<i>Ground-mounted</i>	PTBA	Dalam pengembangan
6	PT Widodo Makmur Perkasa	Jawa Tengah; Sumatera Selatan; Jawa Timur	40,7	C&I	EMITS	Penandatanganan MoU
7	Sampoerna Kayoe Group	Mangole, Maluku Utara	12	<i>Ground-mounted</i>	EMITS	Penandatanganan MoU
8	Pertamina	Rumbai, Duri, dan Dumpai Camp	25	<i>Ground-mounted</i> dan atap	Pertamina NRE	<i>Groundbreaking</i>
9	Nickel Mines	Indonesia Morowali Industrial Park (IMIP) dan Hengjaya	200 + 220	<i>Ground-mounted</i>	Quantum Power Asia	Penandatanganan MoU
<b>Total</b>			<b>764,2</b>			

Berdasarkan informasi perkembangan pasar yang tersedia di publik, terkumpul *project pipeline* sebesar 784 MWp (sebagian di antaranya juga terhitung sebagai bagian dari deklarasi ISS 2022). Secara umum, proyek-proyek tersebut merupakan proyek *ground-mounted* yang berasal dari area bekas lahan tambang seperti milik PT Bukit Asam, maupun untuk aplikasi operasi tambang seperti pada proyek 26 MWp milik PT Amman Mineral Nusantara di Sumbawa dan proyek 420 MWp untuk Nickel Mines di Kawasan Industri Morowali.

---

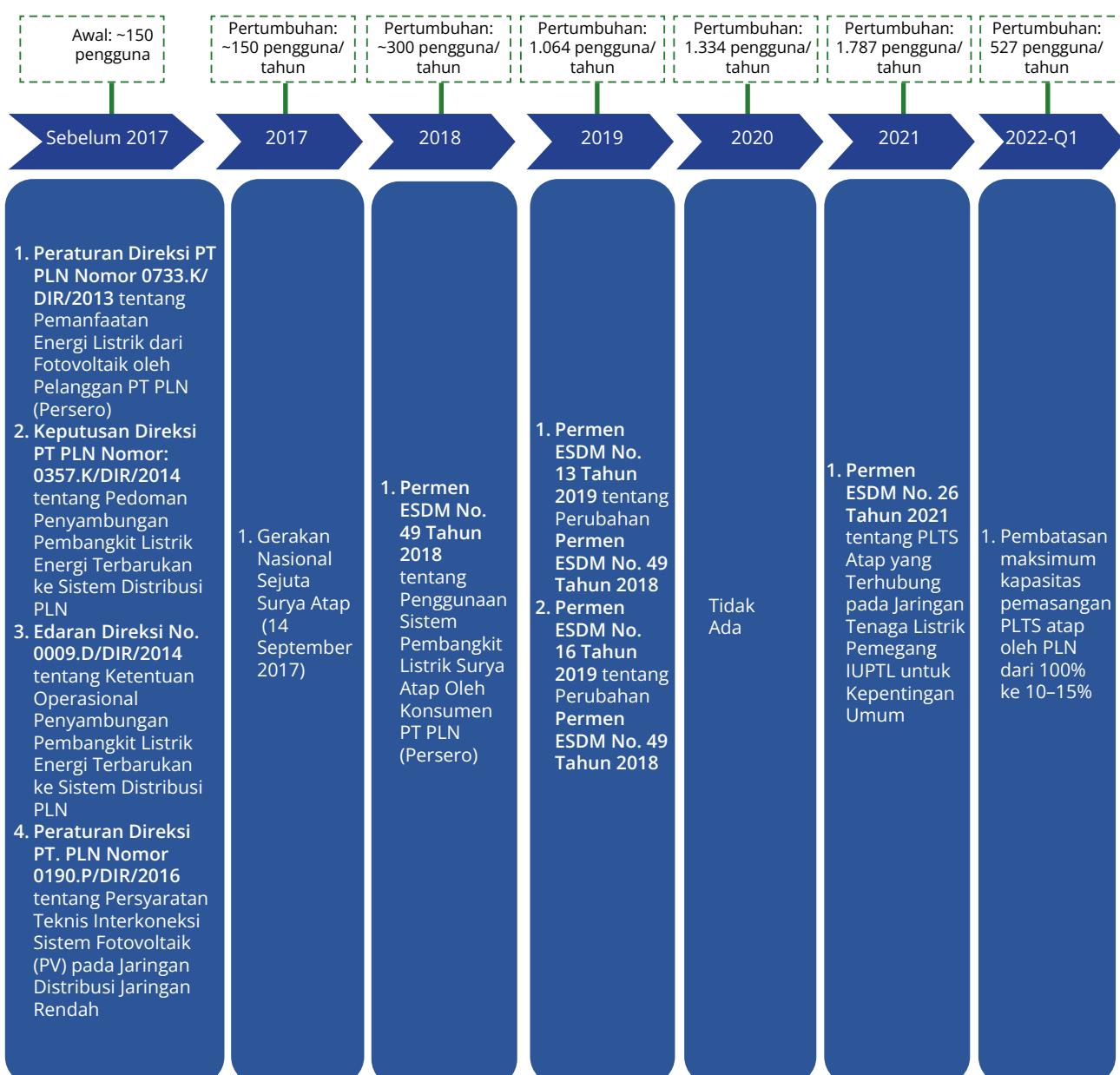
### 3.3.3. Perbandingan **Project Pipeline** dengan Target **Net-Zero/Dekarbonisasi**

Pemerintah telah menyiapkan PSN penambahan kapasitas PLTS prosumer, khususnya murni PLTS atap, sebesar 3,6 GW untuk mengejar target 23% EBT pada tahun 2025. Kapasitas PLTS prosumer terpasang di Indonesia sampai dengan kuartal 1 2022 baru mencapai 1,52% (54,73 MWp) dari target PSN. Rendahnya realisasi kapasitas terpasang PLTS prosumer di Indonesia berindikasi membuat target PSN tidak tercapai pada 2025. Sebenarnya, Indonesia memiliki sumber energi surya sangat melimpah, namun belum dimanfaatkan dengan baik. Sebagai contoh, PLTS prosumer pada sektor residensial saja memiliki potensi energi sebesar 194 s.d. 655 GWp (IESR, 2019b). Namun, realisasi kapasitas PLTS prosumer pada sektor residensial baru mencapai jauh di bawah 1% (14,2 MWp) dari potensi yang ada.

PLTS prosumer memiliki kesempatan untuk mencapai orde *gigawatt*, meskipun bukan dalam jangka waktu dekat. Berdasarkan data ISS 2022, *project pipeline* PLTS prosumer hingga tahun 2023 mencapai 1.478 MWp. Kapasitas tambahan dari *project pipeline* ISS 2022 tersebut telah berhasil mencapai 41% dari target PSN sebesar 3,6 GW. ISS 2022 menunjukkan *project pipeline* PLTS prosumer dapat meningkat sebanyak 2.600% dari realisasi kapasitas PLTS prosumer terpasang pada kuartal 1 2022. Namun, antusiasme adopsi PLTS prosumer tersebut memiliki berbagai risiko yang dapat menghambat ketercapaianya.

Hambatan pertama datang dari perubahan status PLTS atap dalam rencana ketenagalistrikan yang dirancang oleh PT PLN. Pada RUPTL 2019–2028, listrik yang dihasilkan dari sistem PLTS prosumer (atap) dapat seluruhnya dimasukkan ke dalam jaringan (PLN), yang diatur dengan ketentuan skema *net metering* dengan rasio ekspor-impor sebesar 1:0,65 (PLN, 2019). Namun, status PLTS atap tidak dipertimbangkan menjadi bagian dari tambahan kapasitas PLTS pada RUPTL 2021–2030 dengan pertimbangan: (1) kapasitas dari PLTS atap dibatasi sesuai dengan kemampuan sistem PLN; (2) dampak PLTS atap terhadap BPP PLN akan meningkatkan beban subsidi/ kompensasi, dan (3) tidak ada transaksi dalam skema bisnis PLTS atap (PLN, 2021a). Walaupun konsumen dapat memasang PLTS atap dengan kapasitas 100% berdasarkan Permen ESDM No. 26 Tahun 2021, tetapi penambahan kapasitas dibatasi karena ketidakmampuan sistem PLN menyerap tambahan produksi listrik dari PLTS atap (karena kondisi *overcapacity* pembangkit).

Konsumen, khususnya C&I, sebenarnya memiliki intensi adopsi PLTS yang tinggi untuk mengganti sumber energi yang digunakan. Bahkan, beberapa industri merencanakan untuk mengganti 100% pasokan listrik mereka dengan energi terbarukan. Dalam hal ini, PLTSatap menjadi pilihan utama konsumen C&I mengingat potensi, ketersediaan, kemudahan pemasangan, serta keekonomiannya yang sudah semakin menarik. Namun demikian, hambatan kerap terjadi di lapangan saat proses pemasangan PLTS dilakukan. Hal ini menjadi hambatan kunci untuk para peminat PLTS prosumer. Akibatnya, berbagai daya tarik yang ditawarkan oleh Permen ESDM No. 26 Tahun 2021 belum dapat mendongkrak penambahan kapasitas dari PLTS atap.



Gambar 9. Pertumbuhan pengguna dan penerbitan kebijakan mengenai PLTS atap per tahun

Sumber: DJEBTKE, 2022; ICED, 2020

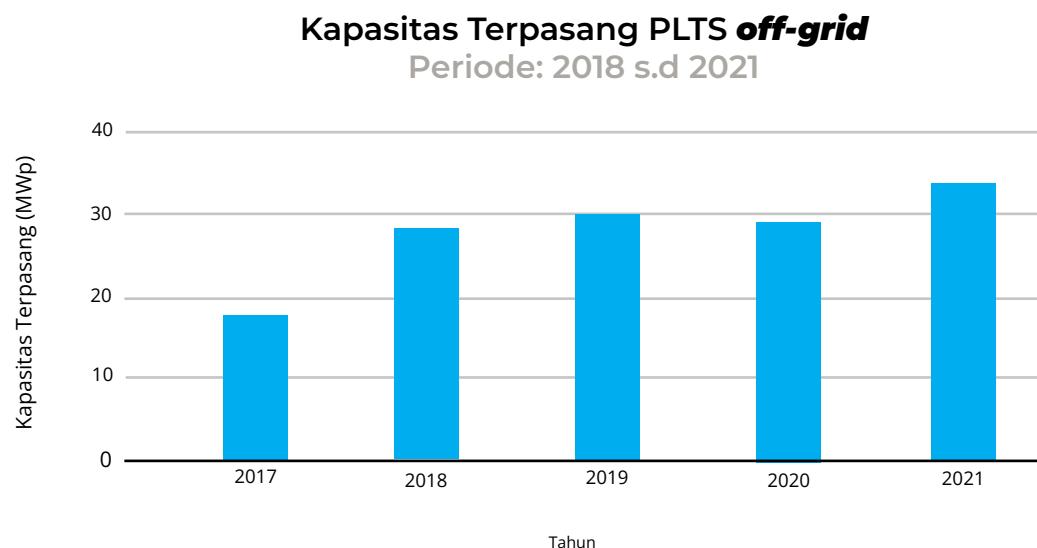
Sejumlah kebijakan diterbitkan oleh pemerintah terkait pengaturan PLTS atap di Indonesia (lihat **Gambar 9**). Sebelum tahun 2017, pengguna PLTS atap di Indonesia terbilang sangat sedikit (ICED, 2020). Pertumbuhan pengguna PLTS atap dimulai dari GNSSA pada 2017 dengan angka awal sebesar ~150 pengguna dan jumlah pertumbuhan pengguna PLTS atap sebesar ~150 pengguna/tahun. Pertumbuhan tahunan pengguna PLTS atap di Indonesia baru berhasil menembus skala ribuan (1.064 pengguna/tahun) setelah dua tahun GNSSA, khususnya dari segmen industri setelah diterbitkannya Permen ESDM 16/2019 yang menurunkan biaya kapasitas pemasangan PLTS atap di industri dari 40 ke 5 jam. Terbitnya Permen ESDM No. 26 Tahun 2021 dianggap dapat menjadi daya tarik baru bagi penambahan kapasitas PLTS atap karena berbagai skema menarik yang meningkatkan nilai keekonomian PLTS atap. Namun, terjadi pembatasan maksimum kapasitas pemasangan PLTS atap oleh PLN dari 100% ke 10–15% pada kuartal 1 2022. Peningkatan adopsi PLTS atap akibat animo positif dengan diterbitkannya Permen ESDM No. 26 Tahun 2021 tertunda karena hambatan-hambatan yang terjadi di lapangan membuat nilai keekonomian PLTS atap belum dapat dimanfaatkan dengan maksimal. Pada kuartal 1 2022, pertumbuhan pengguna PLTS atap tercatat sebanyak 527 pengguna/tahun dengan total pengadopsi sebanyak 5.321 pengguna. Pengadopsi PLTS atap di Indonesia hanya mencakup 0,0067% dari seluruh pelanggan PLN pada tahun 2021, yaitu sebesar 82,5 juta pelanggan dari berbagai sektor (PLN, 2022a). Jumlah pengadopsi PLTS atap tersebut masih belum memenuhi kategori *early adopter* (16% dari pelanggan PLN di Indonesia) berdasarkan teori *diffusion of innovation*, bahkan masih terbatas pada tahap *innovators* (di bawah 2,5% dari *market share*). Tahap ini biasanya masih memerlukan waktu yang cukup panjang untuk mencapai tahap *early adopters* untuk pertumbuhan pengadopsi PLTS atap yang lebih progresif. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah yang membuat adopsi PLTS atap oleh masyarakat lebih menarik guna mewujudkan target pemasangan PLTS atap sebesar 1 GW.

<sup>5</sup> *Diffusion of innovation* (Rogers, 1983) merupakan teori yang menjelaskan bagaimana sebuah penemuan (teknologi) diterima oleh masyarakat. Terdapat lima jenis pengadopsi inovasi di masyarakat dengan masing-masing proporsi yang berbeda, yakni *innovators* (2,5%), *early adopters* (13,5%), *early majority* (34%), *late majority* (34%), dan *laggards* (16%). Adapun *early market* terbentuk dari gabungan *innovators* dan *early adopters* dengan pangsa pasar sebesar 16% populasi.

### **3.4. PLTS Terisolasi (*Off-grid/Micro-grid*)**

#### **3.4.1. Kapasitas Terpasang**

Kementerian ESDM berkomitmen dalam pembangunan infrastruktur energi di wilayah terdepan, terpencil, dan tertinggal (3T), yang dipertegas melalui penerbitan Permen ESDM No. 38 Tahun 2016 tentang Percepatan Elektrifikasi di Perdesaan Belum Berkembang, Terpencil, Perbatasan, dan Pulau Kecil Berpenduduk Melalui Pelaksanaan Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Skala Kecil. Rasio elektrifikasi Indonesia telah mencapai 99,20% pada tahun 2020, meningkat 15% dibandingkan 2015 (PLN, 2021b). Salah satu pendekatan pembangunan infrastruktur energi di wilayah 3T dilakukan oleh pemerintah dengan cara mengembangkan *micro grid-off grid* (Kementerian ESDM, 2017b). PLTS merupakan salah satu sumber energi pilihan pada pengembangan energi di wilayah 3T tersebut (Kementerian ESDM, 2017a). Untuk menjangkau daerah-daerah 3T, PLTS menjadi pilihan energi yang mumpuni karena karakter modularnya memberikan aksesibilitas yang tinggi dan instalasi yang lebih singkat dari pembangkit lain.



Gambar 10. Kapasitas terpasang PLTS *off-grid* di Indonesia

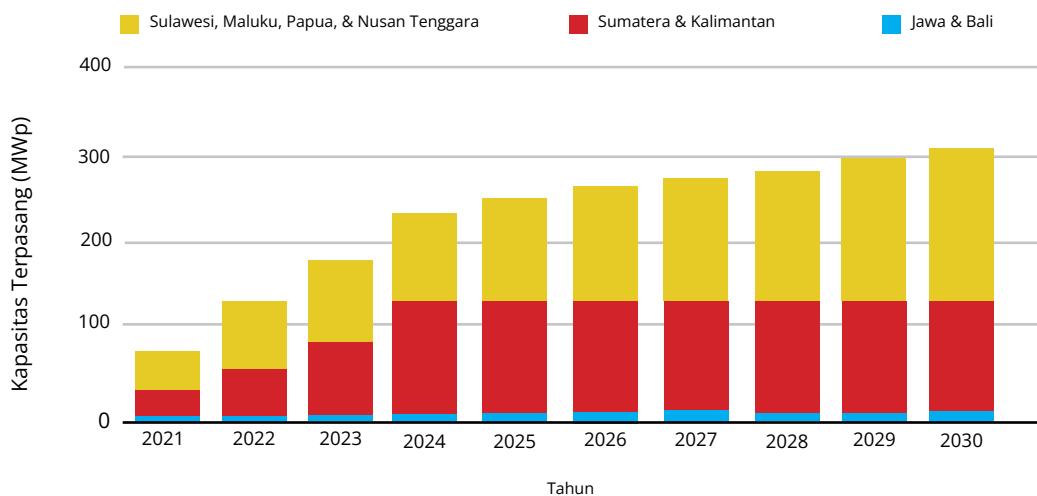
Sumber: Kementerian ESDM, 2017a, 2022h

Kementerian ESDM mengeluarkan Permen ESDM No. 12 Tahun 2018 merubah atas Permen ESDM No. 39 Tahun 2017 yang mengatur tentang pelaksanaan kegiatan fisik (infrastruktur) pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan. PLTS *off-grid* sudah terbangun sebanyak 563 unit dengan total kapasitas sekitar 18,625

MW pada tahun 2017 (Kementerian ESDM, 2017a) (lihat **Gambar 10**). Pada 2021, kapasitas terpasang PLTS *off-grid* mencapai 34,86 MW (Kementerian ESDM, 2022h). Adapun rasio elektrifikasi dan rasio desa berlistrik hampir mencapai 100% dengan nilai berturut-turut 99,45% dan 99,62% (Kementerian ESDM, 2022c). Meskipun nilai elektrifikasi di Indonesia hampir mencapai 100%, penyediaan akses listrik di perdesaan dan daerah 3T di Indonesia masih terfokus pada penyediaan layanan listrik dasar dan penerangan. Selain itu, pengguna listrik di sebagian desa masih berada di *tier* rendah (setara dengan *Tier 1* dan *Tier 2*) dalam klasifikasi MTF (IESR, 2019a). Oleh karena itu, peningkatan penyediaan akses listrik pada sebagian perdesaan yang sudah terelektrifikasi masih diperlukan untuk dapat mendorong aktivitas produktif pada perdesaan-perdesaan.

### **3.4.2. Project Pipeline**

Pemerintah menargetkan rasio elektrifikasi dan rasio desa berlistrik mencapai 100% pada tahun 2022 (Kementerian ESDM, 2022c). Mayoritas provinsi yang memiliki rasio di bawah 98% berada pada wilayah Indonesia Timur, di antaranya adalah Nusa Tenggara, Papua, dan Maluku, dengan nilai rasio elektrifikasi berturut-turut sebesar 88,81%, 92,44%, dan 95,24%. Adapun rasio desa berlistrik yang belum mencapai 100% hanya berada pada Papua Barat dan Papua dengan nilai rasio berturut-turut sebesar 97,55% dan 95,09%.



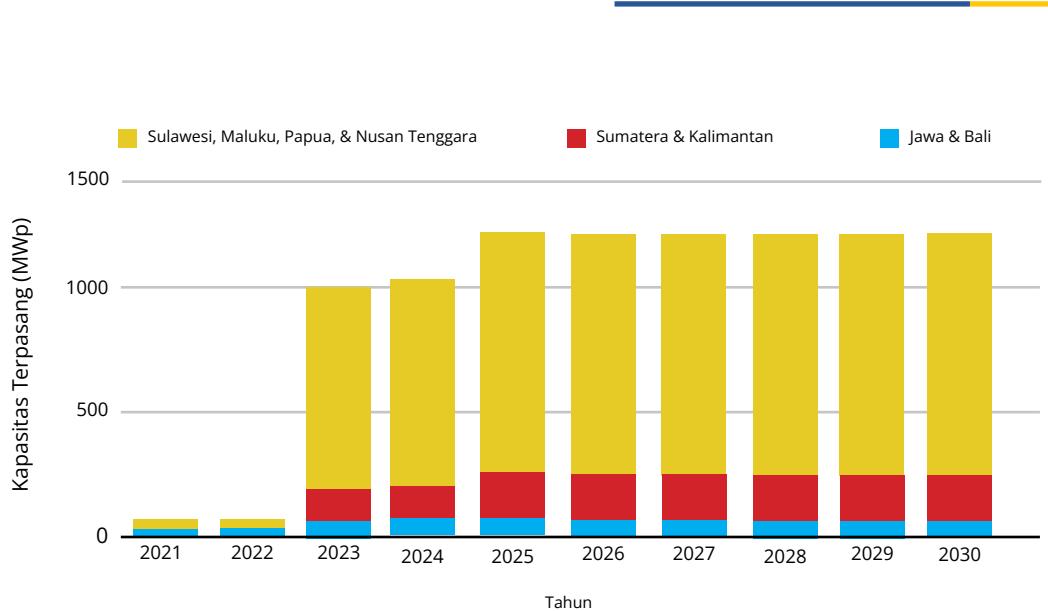
Gambar 11. Rencana Pembangunan PLTS *off-grid* Program Listrik Desa (Lisdes)

*Sumber: PLN, 2021a*

---

Berdasarkan RUPTL 2021-2030, terdapat 3.095 desa yang termasuk dalam peta jalan program lisdes tahun 2021 (PLN, 2021b). Penambahan kapasitas PLTS untuk program lisdes direncanakan sebesar 305,3 MW pada 2030 (PLN, 2021b), sebagaimana terlihat pada **Gambar 11**. Terdapat 16,53% pemanfaatan baterai dalam program lisdes tersebut, yaitu sebesar 42,97 MW. Sampai dengan tahun 2030, wilayah Jawa dan Bali hanya menambah kapasitas PLTS lisdes sebesar 11,9 MW, sedangkan wilayah Sumatera dan Kalimantan menambah kapasitas PLTS lisdes sebesar 108,65 MW sampai dengan 2030. Wilayah Sulawesi, Maluku, Papua, dan Nusa Tenggara menambahkan kapasitas PLTS lisdes sebanyak 184,75 MW untuk periode waktu yang sama.

Pada pertengahan 2021, pemerintah telah melakukan kerja sama dengan UNDP melalui proyek *Accelerating Clean Energy Access to Reduce Inequality* (ACCESS) dalam pelaksanaan tender PLTS off-grid dengan total kapasitas terpasang sebesar 1,2 MW di 23 lokasi yang tersebar di NTT, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Barat, dan Kalimantan Tengah (Kementerian ESDM, 2021b). Selain itu, pemerintah menargetkan konversi 5.200 PLTD dengan total kapasitas 2,37 GW (Kementerian ESDM, 2022e). PLN telah menyiapkan tiga skema, yaitu PLTD ke pembangkit EBT (*diesel-to-RE*), ke pembangkit gas (*diesel-to-gas*), dan ke sambungan jaringan (*diesel-to-grid*), untuk program dedieselisasi sebagai salah satu rencana dalam pengurangan emisi GRK dan peningkatan bauran EBT (PLN, 2022b). Salah satu skema dedieselisasi yang dilakukan adalah konversi PLTD dengan total kapasitas sebesar 499 MW ke pembangkit EBT dalam dua fase. Fase pertama, konversi PLTD sebesar 212 MW dilakukan dengan skema hybrid antara dua jenis energi, yakni PLTS beserta baterai dan PLTD *existing*. Fase kedua, konversi PLTD sebesar 287 MW dilakukan dengan memanfaatkan potensi EBT pada lokasi sekitar.



Gambar 12. Rencana penambahan kapasitas PLTS *off-grid* program dedieselisasi

*Sumber: PLN, 2021a*

Berdasarkan RUPTL 2021-2030, konversi PLTD akan menambah kapasitas PLTS *off-grid* sebesar 1,25 GW pada tahun 2025 (PLN, 2021a) seperti yang terlihat di Gambar 12. PLTS *off-grid* tersebut akan dijadikan *baseload*, sehingga mayoritas PLTS *off-grid* (72,3%) tersebut menggunakan teknologi baterai agar pembangkit dapat menyala 24 jam (Kementerian ESDM, 2022e; PLN, 2021a). Mayoritas (77%) penambahan kapasitas PLTS *off-grid* pada 2025 berasal dari Indonesia bagian timur, yaitu Sulawesi, Maluku, Papua, dan Nusa Tenggara. Proyek dedieselisasi dengan menggunakan PLTS dan baterai di Maluku pada 2023 dengan total kapasitas sebesar 548 MW merupakan salah satu tambahan proyek baru dengan kapasitas terbesar di wilayah Maluku, Papua, dan Nusa Tenggara.

Tabel 4. Daftar proyek PLTS program dedieselisasi tahap 1

Klaster	Provinsi	Jumlah Lokasi	PLTD (MW)
I	Sululenggo & Maluku Utara	38	55,03
II	Sulselebar & Nusa Tenggara	28	38,95
III	Maluku & Papua	24	30,15
IV	Jawa Madura	9	19,17
V	Kalimantan I	27	17,08
VI	Kalimantan II	19	18,63
VII	Sumatera I	23	18,43
VIII	Sumatera II	25	14,60
Total		183	212,04

*Sumber: PLN, 2022b*

Pelelangan proyek PLTS *off-grid* akan menggunakan skema baru di mana PLN membagi 183 lokasi di Indonesia menjadi 8 klaster (PLN, 2022b), seperti ditampilkan pada **Tabel 4**. PLN membagi proses pelelangan menjadi dua tahap. Tahap pertama, dilakukan pelelangan untuk 8 klaster tersebut dengan total kapasitas sebesar 212,04 MW. Tahap kedua, PLN mengakomodasi *modular incremental development* untuk pertambahan kapasitas dari pertumbuhan permintaan listrik pada wilayah-wilayah tersebut. PLN telah menyeleksi pihak pengadaan barang sejak 1 Maret 2022. Lelang pertama dilakukan untuk kluster IV dan kluster V (dengan total kapasitas 36,25 MWp) dengan prediksi penandatanganan PJBL pada Oktober 2022 dan COD diproyeksikan pada 2025 (PLN, 2022b). Meski demikian, pelelangan tahap pertama tersebut dinilai cukup menantang dan kurang atraktif bagi pengembang karena memiliki durasi yang cukup singkat meskipun lokasinya yang tersebar (membutuhkan waktu lebih untuk memberikan penawaran terbaik) dan juga template PJBL yang kurang atraktif.

---

### **3.4.3. Perbandingan *Project Pipeline* dengan Target *Net-Zero*/Dekarbonisasi**

Penyediaan akses energi pada perdesaan di wilayah 3T menjadi penting bagi perwujudan kesejahteraan manusia modern saat ini. Energi bersih terbarukan sebagai pilihan energi di desa memberikan manfaat untuk ketersediaan energi sekaligus pembangunan berkelanjutan. Di sisi lain, masih banyak perdesaan di Indonesia yang tergolong dalam *Tier 1* dan *Tier 2* pada klasifikasi MTF. Hal ini menunjukkan terdapat potensi permintaan listrik yang belum terpenuhi untuk penggunaan alat elektronik berdaya tinggi yang mampu menunjang dan mendorong aktivitas produksi di perdesaan tersebut. Program PLTS dedieselisasi dan program PLTS lisdes merupakan bagian yang penting dalam strategi penyediaan akses energi yang selaras dengan arah dekarbonisasi sektor ketenagalistrikan. Sebagai langkah dekarbonisasi, PLTS perlu meningkatkan kapasitas terpasang sebesar 19 GW pada 2025, 108 GW pada 2030, dan 1.492 GW pada 2050 (IESR, 2021b). Adapun *project pipeline* penambahan kapasitas dari program PLTS *off-grid* (dedieselisasi dan lisdes) pada RUPTL PLN 2021-2030 tersebut dapat membantu peningkatan kapasitas EBT di skala nasional sebesar 1,555 GW (8,18% dari target penambahan kapasitas PLTS pada 2030).

Sebelumnya, PLTD merupakan jenis pembangkit pilihan untuk dipasang pada wilayah 3T karena karakternya yang modular. Namun, PLTD memiliki kekurangan pada aspek keekonomian karena proses operasinya membutuhkan bahan bakar yang perlu dikirim terus-menerus dari luar wilayah tersebut. Keperluan bahan bakar pada proses operasi PLTD menjadi hambatan pada penyediaan akses energi listrik di perdesaan yang tidak terkoneksi dengan jaringan listrik PLN. Pemerintah telah merencanakan program dedieselisasi untuk mengkonversi PLTD ke pembangkit EBT, salah satunya PLTS. Pemanfaatan PLTS dengan sistem *off-grid* di wilayah 3T dapat menjadi pilihan untuk menghindari pengiriman bahan bakar terus-menerus ke wilayah yang terisolasi. Menurut PLN, program konversi PLTD ke PLTS dapat menghemat 67 ribu kiloliter BBM, mengurangi emisi sebesar 0,3 juta metrik ton CO<sub>2</sub>, dan meningkatkan 0,15% bauran EBT (Kementerian ESDM, 2022e).

Pembangunan infrastruktur PLTS pada wilayah terisolasi menjadi modal infrastruktur untuk penambahan kapasitas PLTS untuk memenuhi peningkatan kebutuhan listrik di perdesaan pada masa depan. Selain itu, pemasangan kapasitas

---

PLTS di perdesaan bermanfaat menurunkan biaya listrik rumah tangga mereka dan dapat mendorong peningkatan aktivitas produksi. Selain energi surya tersedia secara melimpah di daerah 3T, biaya listrik dari PLTS *off-grid* (Rp 3.500 s.d. Rp 4.000 per kWh) lebih rendah dibandingkan dengan biaya listrik dari PLTD (Rp 6.000 per kWh) (Harsono, 2020). Masyarakat perdesaan dapat menghemat biaya energi sebesar Rp 2.000 - Rp 2.500 per kWh dari listrik yang disediakan PLTS *off-grid* dibandingkan dengan biaya listrik dari PLTD.

Namun, sejumlah tantangan dihadapi oleh beberapa *developer* PLTS *off-grid*. Sebagai contoh, developer swasta mengalami kesulitan dalam beberapa proyek di wilayah 3T akibat beberapa regulasi pemerintah yang tidak menguntungkan. Hal tersebut terjadi karena kebijakan pemerintah yang lebih memprioritaskan PLN untuk menyediakan akses listrik, termasuk kewajiban untuk mengelektrifikasi desa berdasarkan UU No. 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan. Namun, kapasitas finansial PLN tidak dapat mencakup seluruh proyek elektrifikasi perdesaan dan PLN memiliki keterbatasan untuk memprioritaskan proyek pada wilayah 3T (Harsono, 2020). Oleh karena itu, peran swasta diperlukan agar upaya elektrifikasi perdesaan dapat berjalan dengan lebih lancar.

*Developer* swasta sebenarnya memiliki hak untuk dapat mengelola suatu wilayah usaha berdasarkan Permen ESDM No. 38 Tahun 2016 tentang Percepatan Elektrifikasi di Perdesaan Indonesia. Meskipun demikian, terdapat tantangan baru untuk developer swasta, yakni kesulitan berpartisipasi dalam tender akibat durasi penyerahan proposal yang terlalu singkat. Pada RUPTL 2021 - 2030, pembagian wilayah usaha dibagi menjadi delapan klaster untuk meningkatkan nilai proyek. Walaupun nilai proyek per klaster menjadi lebih besar, durasi pengujian kelayakan dan pembuatan proposal menjadi lebih panjang akibat daerah cakupan menjadi lebih besar dan lokasi proyek yang tersebar dan terisolir. Hal ini membuat *developer* swasta kesulitan untuk berpartisipasi, yang menyebabkan tender berbagai proyek PLTS *off-grid* sulit digarap.

Sejumlah solusi diperlukan guna memperlancar perwujudan 100% elektrifikasi dengan mengoptimalkan penggunaan EBT di Indonesia. Potensi energi surya di perdesaan yang melimpah, teknologi PLTS yang semakin matang, dan biaya listrik yang lebih kompetitif dibandingkan PLTD belum menjadi dorongan untuk perdesaan mengadopsi PLTS lebih masif. Tantangan perwujudan EBT pada perdesaan yang

---

perlu mendapatkan perhatian lebih di antaranya adalah dari **aspek ekonomi dan pembiayaan, kebijakan dan regulasi, dan kelembagaan** (Arinaldo et al., 2020), dengan penjelasan lebih rinci sebagai berikut:

- Pada aspek ekonomi dan pembiayaan, investasi pembangunan sistem *off-grid* tidak begitu atraktif untuk swasta akibat tingginya investasi awal, karena sulitnya akses menuju lokasi proyek, dan rendahnya daya beli masyarakat.
- Pada aspek kebijakan dan regulasi, data yang tidak transparan dan kesulitan dalam pengurusan wilayah dan IUPTL menjadi risiko investasi dari sudut pandang swasta.
- Pada aspek kelembagaan, struktur penyediaan akses listrik yang vertikal dan terpusat menjadi hambatan utama bagi swasta untuk mengambil peran yang lebih signifikan.

### 3.5. Pemanfaatan PLTS di Tingkat Sub-Nasional

Pemanfaatan PLTS di tingkat sub-nasional juga menjadi bagian penting dalam konteks dekarbonisasi dan pengembangan PLTS secara umum. Pemanfaatan PLTS di tingkat daerah umumnya mengacu pada Rencana Umum Energi Daerah (RUED) yang merupakan turunan dari Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Dalam subbab ini, status dan perkembangan pemanfaatan PLTS di tingkat sub-nasional akan dibahas lebih lanjut.

#### 3.5.1. Kapasitas Terpasang

Data kapasitas terpasang untuk aplikasi PLTS di tingkat sub-nasional sulit untuk didapatkan. Mengacu pada data primer yang didapatkan di Forum Energi Daerah, sebuah rangkaian pra-acara *Indonesia Solar Summit 2022*, pemanfaatan PLTS di tingkat sub-nasional mencapai 101 MWp, yang terdiri atas instalasi PLTS atap sebesar 35,4 MWp dan PLTS terpusat (untuk aplikasi elektrifikasi daerah) sebesar 74,5 MWp. Perlu dicatat bahwa mayoritas proyek di tingkat sub-nasional merupakan proyek yang didanai oleh Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN), khususnya dari sub-sektor Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (APBN EBTKE), Dana Alokasi Khusus (DAK) untuk program elektrifikasi (program sudah selesai), maupun anggaran belanja daerah (APBD).

### **3.5.2 . Project pipeline**

*Project pipeline* dari implementasi pemanfaatan PLTS di tingkat sub-nasional pada umumnya mengacu pada penganggaran belanja negara pusat (APBN), daerah (APBD), maupun hibah dari kerja sama bilateral dengan negara lain. Data dari 25 provinsi menunjukkan bahwa rencana instalasi PLTS atap dan PLTS terpusat mencapai masing-masing sebesar 78,52 MWp dan 1,78 MWp (di luar rencana penambahan dari RUPTL).

Besaran *project pipeline* tersebut merefleksikan kapasitas dan batasan kewenangan dari tingkat sub-nasional (provinsi) dalam pengimplementasian PLTS. Dalam pemanfaatan PLTS skala besar, kewenangan perencanaan dan pengadaan pada dasarnya berada pada PLN atau pemegang wilayah usaha. Akibatnya, pemerintah provinsi tidak dapat melakukan perencanaan untuk menambah kapasitas pembangkit, melainkan hanya terbatas pada pemberian usulan. Hal ini sedikit berbeda untuk pemanfaatan PLTS terisolasi atau *off-grid* (baik terpusat maupun tersebar) untuk program elektrifikasi, di mana pemerintah masih dapat melakukan perencanaan dan pengadaan karena kapasitasnya yang masih terbilang lebih kecil (dalam skala puluhan-ratusan kWp), sehingga tidak terlalu terbatas oleh biaya. Hal yang sama berlaku untuk pemanfaatan PLTS atap pada bangunan pemerintah yang mengacu pada pengadaan barang/jasa pemerintah secara umum.

### **3.6. Pemanfaatan PLTS lainnya**

Pemanfaatan PLTS lainnya yang patut untuk disebutkan adalah perkembangan PLTS berorientasi ekspor (listrik) ke Singapura yang baru-baru ini mendapat banyak perhatian dari pengembang internasional maupun domestik.

Pada Oktober 2021 lalu, otoritas pasar energi Singapura, *Energy Market Authority* (EMA), mengumumkan rencana Singapura untuk melakukan impor listrik rendah karbon sebesar 4 GWac hingga 2035, setara dengan sekitar 30% permintaan listrik Singapura di 2035, sebagai bagian dari rencana dekarbonisasi jangka panjang Singapura. EMA (n.d.-a) membagi rencana tersebut menjadi dua tahap proposal permintaan (*request for proposal*). Tahap permintaan proposal pertama (**RFP1**) dilakukan pada November 2021 untuk daya impor sebesar 1,2 GW (untuk operasi di 2027) dan tahap permintaan proposal kedua (**RFP2**) akan dilakukan di kuartal 2 2022 untuk daya impor 2,8 GW sisanya (untuk operasi di 2035).

RFP1, yang dibuka pada 12 November 2021 dan ditutup 14 April 2022 lalu, berhasil memunculkan respon yang kuat dari pengembang internasional maupun domestik untuk memenuhi kebutuhan impor listrik Singapura (Ang, 2022). Menurut situs resmi EMA, hingga pertengahan April 2022, RFP1 menerima sebanyak 20 proposal untuk mengimpor listrik dari empat negara ASEAN, yaitu Indonesia, Laos, Malaysia, dan Thailand (EMA, n.d.-b). Dari proposal yang diterima tersebut, setidaknya terdapat lima konsorsium yang bermitra di Indonesia, tepatnya di area kawasan Batam, Bintan, dan Karimun, provinsi Kepulauan Riau (lihat **Tabel 5**).

Tabel 5. Daftar pengumuman pengembangan bersama PLTS skala besar berorientasi ekspor ke Singapura dari wilayah Indonesia

No	Konsorium	Kapasitas	Tahap	Lokasi	Keterangan
		PLTS DC (AC), BESS			
1	PacificLight Power, Medco Power indonesia, Gallant Venture	670 MWp (100 MWac)	Pilot, RFP1	Pulau Bulan, Batam, Kep. Riau	Telah diberikan persetujuan prinsip oleh EMA untuk proyek pilot impor PLTS 100 MWac <i>non-intermittent</i> dalam agenda terpisah dari RFP1 sebelumnya
2	Sembcorp Industries, PLN Batam, Trisurya Mitra Bersama (Suryagen)	1 GWp + BESS*	RFP1	Batam, Bintan, dan Karimun, Kep. Riau	
3	EDF Renewables, Indonesia Power, Tuas Power, Masdar	1,2 GWp + BESS*	RFP1	Tidak dirincikan	
4	Sunseap, Mustika Combol Indah, Agung Sedaya, Sumitomo Corp., Samsung C&T Corp., Orios Asset Management, Durapower	7 GWp, 12 GWh	RFP1	Batam, Combol, Citlim, Kep. Riau	Termasuk pengembangan 2,2 GWp PLTS terapung dan 4 GWh BESS di Waduk Duriangkang, Batam
5	ib vogt, Quantum Power Asia, Union Power	3,5 GWp, 12 GWh	RFP1	Kep. Riau	

*Sumber: Siaran pers perusahaan-perusahaan, Analisis IESR. Catatan: BESS: Battery energy storage system, \*kapasitas tidak dirincikan*

Meski perkembangan tersebut terbilang positif, keberlangsungan dan keberhasilan penawaran proyek-proyek tersebut akan sangat bergantung pada kepastian regulasi mengenai ekspor listrik lintas negara. Pasalnya, Pemerintah Indonesia, melalui Menteri Investasi, telah mengeluarkan pernyataan untuk melarang ekspor listrik bersumber energi terbarukan dan berencana untuk menerbitkan kebijakan larangan ekspor listrik dalam waktu dekat (Kompas, 2022; The Jakarta Post, 2022).

Maka dari itu, keberlanjutan dari pengumuman pengembangan proyek-proyek tersebut menjadi tak menentu.

Secara keseluruhan, laporan ini telah mengidentifikasi *project pipeline* PLTS dari berbagai segmentasi pasar dan jenis instalasi. **Tabel 6** memperlihatkan jumlah *project pipeline* PLTS teridentifikasi per Juni 2022. Secara total, terdapat setidaknya *project pipeline* sebesar 1,8 GWp untuk pasar domestik dari segmen PLTS skala besar, PLTS prosumer, PLTS terisolasi, dan pemanfaatan PLTS di tingkat sub-nasional. Di sisi lain, terdapat pemanfaatan PLTS untuk orientasi ekspor ke Singapura yang berkembang sebanyak setidaknya lima proyek berbeda dengan total kapasitas 13,37 GWp.

Tabel 6. Ringkasan *project pipeline* yang teridentifikasi per Juni 2022

Kategori	Jumlah <b><i>project pipeline</i></b> (MWp)	Keterangan
PLTS skala besar	934	
- Wilayah usaha PLN	585	Pengembangan proyek dalam RUPTL yang telah dilelangkan oleh PLN atau melalui penugasan ke anak perusahaan PLN
- Wilayah usaha non-PLN (PPU)	349	Pengembangan proyek di luar wilayah usaha PLN (PPU), khusus yang menggunakan perjanjian jual beli listrik (PJBL) dengan pemilik wilayah usaha
PLTS prosumer	764,2	Pengembangan proyek untuk PLTS prosumer (baik jenis instalasi di atap, di atas tanah, maupun terapung) setidaknya dalam wujud penandatanganan MoU
PLTS terisolasi ( <i>off-grid</i> )	36,25	Kluster IV dan Kluster V Program Dieselsisasi Tahap 1 PLN
PLTS di tingkat sub-nasional	80,3	Rencana implementasi anggaran PLTS oleh Pemerintah Daerah, baik untuk jenis instalasi PLTS atap maupun PLTS di atas tanah (terpusat)
- PLTS atap	78,5	
- PLTS terpusat	1,8	
<b>Total (pasar domestik)</b>	<b>1.814</b>	

## 4. Kesimpulan

Studi ini telah mengidentifikasi status PLTS terpasang dan *project pipeline* hingga kuartal 1 2022 di Indonesia. Berdasarkan hasil identifikasi, studi ini mendapatkan total kapasitas PLTS terpasang (PLTS skala besar, PLTS atap, PLTS *off-grid*, maupun PLTS *on-grid* lainnya) di Indonesia baru mencapai 196,2 MWp hingga kuartal 1 2022. Proporsi terbesar (39%) datang dari segmen PLTS skala besar dengan total kapasitas 76,8 MWp. Secara umum, kapasitas terpasang PLTS Indonesia masih tergolong sangat rendah (dalam orde *megawatt*), mengingat potensinya yang besar, dengan status masing-masing segmen berada di kisaran 25 s.d. 80 MWp. Sejumlah kebijakan dan regulasi terkait PLTS belum dapat menjadi dorongan baik di sisi permintaan yang belum menunjukkan kebutuhan penambahan PLTS yang masif dan di sisi penawaran yang memiliki berbagai tantangan dalam melaksanakan proyek-proyek di dalam negeri.

Dalam hal *project pipeline*, studi ini mendapatkan bahwa hingga kuartal 1 2022, terkumpul setidaknya 1,81 GWp proyek PLTS dari berbagai segmen (PLTS skala besar, PLTS prosumer, PLTS terisolasi, dan PLTS di tingkat sub-nasional) untuk perkembangan pasar domestik. Selain itu, juga layak untuk disebutkan adalah perkembangan proyek berorientasi eksport ke Singapura sebanyak lima kesepakatan pengembangan (*joint development agreement*) dengan total kapasitas mencapai 13,3 GWp. Namun, proyek-proyek tersebut terancam keberlangsungannya dengan adanya larangan ekspor listrik dari Pemerintah Indonesia. Di samping kedua *project pipeline* tersebut, juga terdapat *project pipeline* yang terungkap dari deklarasi Indonesia Solar Summit 2022 sebesar 2,3 GWp dari 31 perusahaan, termasuk pengembang, perusahaan jasa teknik dan konstruksi (EPC), dan konsumen langsung, yang berstatus sudah terkontrak (*committed*) maupun yang akan memiliki kontrak selambat-lambatnya di 2023.

Secara umum, *project pipeline* yang teridentifikasi untuk pasar domestik (1,8 GWp)—di luar deklarasi ISS 2022—dapat terealisasi dalam setidaknya dua atau tiga tahun. Artinya, Indonesia baru akan memasuki order *gigawatt* dalam kurun dua tahun yaitu di 2024. Hal ini merupakan perkembangan yang cukup baik, mengingat stagnasi pada orde megawatt sejak 2017. Data *project pipeline* menunjukkan antusiasme pasar yang terbilang tinggi dan bahkan memiliki potensi peningkatan yang lebih masif menuju 2025. Pertumbuhan memasuki pasar energi surya order *gigawatt* ini juga menandakan bahwa Indonesia memiliki peluang yang besar untuk

---

berada pada jalur dekarbonisasi menuju nol emisi bersih pada tahun 2060 atau lebih cepat.

Meskipun Indonesia telah perlahan memasuki perkembangan energi surya di orde *gigawatt*, masih ada sejumlah tantangan yang membatasi realisasi dan implementasi PLTS. Di sektor PLTS skala besar, meskipun telah ada peningkatan rencana penambahan kapasitas PLTS dalam RUPTL 2021–2030 (sebesar 4,68 GW), implementasi pelelangan proyek menjadi sangat penting untuk merealisasikan rencana tersebut. Di sektor PLTS prosumer, khususnya PLTS atap, saat ini masih terjadi dinamika implementasi revisi Permen 49/2018, di mana PLN melakukan pembatasan nilai maksimum kapasitas menjadi 10–15% (dari 100%) dari daya terpasang pelanggan atas alasan kondisi *overcapacity*. Hal tersebut dapat menjadi penghambat dalam adopsi PLTS prosumer yang lebih masif di Indonesia karena menurunkan keekonomian PLTS. Tren pertumbuhan PLTS di Indonesia pun dapat dikatakan masih terjebak pada pasar awal menurut teori adopsi teknologi yang ditunjukkan dengan jumlah pengadopsi PLTS atap yang masih jauh di bawah 1% dari potensi yang ada. Hal ini menunjukkan tren pertumbuhan PLTS atap belum menjadi pilihan energi masyarakat, walaupun sejumlah regulasi telah diterbitkan untuk dapat mewujudkan energi terbarukan yang masif di kalangan masyarakat. Di sektor PLTS *off-grid*, ruang gerak *developers* swasta dalam berpartisipasi dalam proyek-proyek dibatasi oleh regulasi-regulasi PLN. Di samping itu, untuk pemanfaatan PLTS di tingkat sub-nasional, tren pertumbuhan pun belum menunjukkan peningkatan yang masif karena terkendala pada keterbatasan kewenangan ataupun hambatan regulasi dari negara lain.

Untuk mencapai target dekarbonisasi yang sejalan dengan Persetujuan Paris, Indonesia perlu meningkatkan adopsi PLTS di sistem ketenagalistrikannya secara masif. Berdasarkan pemodelan IESR, setidaknya diperlukan kapasitas terpasang PLTS sebanyak 19 GW di 2025, 108 GW di 2030, dan 1.492 GW di 2050 untuk menuju sistem energi nol emisi di 2050. Penambahan kapasitas PLTS bukan saja bermanfaat untuk lingkungan karena dapat mempercepat dekarbonisasi sistem ketenagalistrikan, tetapi dapat memberikan manfaat sosial dengan membuka lapangan kerja hijau sebesar sekitar 1 juta pekerjaan pada 2030 dan 2,5 juta pekerjaan pada 2050. Potensi energi surya sebesar 3,3~20 TWp perlu dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya dalam berkontribusi dalam upaya dekarbonisasi sektor ketenagalistrikan pada tahun 2050. Penambahan kapasitas PLTS sesuai dengan peta jalan dekarbonisasi tersebut sebenarnya sangat memungkinkan untuk dicapai

---

jika sejumlah faktor-faktor yang menghambat penambahan kapasitas PLTS dari berbagai segmen (skala besar, prosumer, *off-grid*, orientasi ekspor, dan lainnya) dapat teratasi dan sejumlah faktor-faktor pendorong diakomodasi dengan baik.

# Daftar Pustaka

- Ang, Q. (2022, May 6). "Strong response" to call for proposals to import renewable energy: EMA. *The Straits Times*. <https://www.straitstimes.com/singapore/strong-response-to-call-for-proposals-to-import-renewable-energy-ema>
- Arinaldo, D., Marciano, I., Damayanti, H., & Simamora, P. (2020). *Meningkatkan Akses dan Kualitas Listrik Perdesaan di Indonesia dengan Penyediaan Listrik Off-Grid*.
- BloombergNEF&IESR.(2021).*Scaling Up Solar in Indonesia: Reform and opportunity.*<https://iesr.or.id/en/pustaka/scaling-up-solar-in-indonesia-reform-and-opportunity>
- Chandak, P. (2022, May 13). *ACWA Power Chosen To Develop Two Solar PV Plants In Indonesia*. SolarQuarter. <https://solarquarter.com/2022/05/13/acwa-power-chosen-to-develop-two-solar-pv-plants-in-indonesia/>
- DJEBTKE. (2022, March 23). *Program Percepatan Implementasi PLTS Atap*.
- EMA. (n.d.-a). *EMA | Electricity Imports*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.ema.gov.sg/electricity-imports.aspx>
- EMA. (n.d.-b). *EMA | Electricity Imports: RFP 1*. Retrieved May 15, 2022, from <https://www.ema.gov.sg/electricity-imports-rfp1.aspx>
- Harsono, N. (2020, November 19). Short-circuited by red tape, companies struggle to electrify remote areas in Indonesia. *The Jakarta Post*. <https://www.thejakartapost.com/news/2020/11/19/private-sector-attempts-at-electrifying-remote-regions-short-circuited-by-red-tape.html>
- ICED. (2020). *Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS Atap Di Indonesia*. <https://drive.esdm.go.id/wl/?id=XOegh8pXO9FMjebI4x0joDD6hlZe94Fm>
- IESR. (2019a). *Beyond Connections: Meningkatkan Kualitas Akses Energi di Indonesia untuk Pembangunan Manusia yang Berkelanjutan*. <https://iesr.or.id/en/pustaka/beyond-connections-meningkatkan-kualitas-akses-energi-di-indonesia>

- 
- IESR. (2019b). *Residential Rooftop Solar Potential in 34 Provinces in Indonesia*. <https://iesr.or.id/en/pustaka/residential-rooftop-solar-potential-in-34-provinces-in-indonesia>
- IESR. (2021a). *Hitting Record-Low Solar Electricity Prices in Indonesia: A study on global solar auctions and Indonesia's existing conditions*. <https://iesr.or.id/en/pustaka/hitting-record-low-solar-electricity-prices-in-indonesia>
- IESR. (2021b). *Indonesia Energy Transition Outlook 2022: Progress in Solar Power*.
- IESR. (2021c). *Indonesia Energy Transition Outlook 2022: Tracking Progress of Energy Transition in Indonesia—Aiming for Net-Zero Emissions by 2050*. <https://iesr.or.id/en/pustaka/indonesia-energy-transition-outlook-ieto-2022>
- IESR, Agora Energiewende, & LUT University. (2021). *Deep decarbonization of Indonesia's energy system: A pathway to zero emissions by 2050*. Institute for Essential Services Reform (IESR). <https://iesr.or.id/en/pustaka/deep-decarbonization-of-indonesias-energy-system-a-pathway-to-zero-emissions-by-2050>
- IESR & GEI. (2021). *Beyond 207 Gigawatts: Unleashing Indonesia's Solar Potential*. <https://iesr.or.id/en/pustaka/beyond-207-gigawatts-unleashing-indonesias-solar-potential>
- IRENA. (n.d.). *Regional Trends*. /Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Regional-Trends. Retrieved May 9, 2022, from <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Regional-Trends>
- Julian, M. (2022, February 21). *Kapasitas Terpasang PLTS Atap Ditargetkan Mencapai 450 MWp Tahun Ini*. <https://industri.kontan.co.id/news/kapasitas-terpasang-plts-atap-ditargetkan-mencapai-450-mwp-tahun-ini>
- Kementerian ESDM. (2017a). *Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-grid*. <https://drive.esdm.go.id/wl/?id=4vf12RYGUetuu22Pe4cKt68lrRkAr9z0>
- Kementerian ESDM. (2017b, September 26). *Ini Upaya Pemerintah dalam Pemerataan Listrik Pedesaan*. <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ketenagalistrikan/ini-upaya-pemerintah-dalam-pemerataan-listrik-perdesaan>

---

Kementerian ESDM. (2021a, April 17). *Sidang Paripurna Ke-5 DEN: Grand Strategi Energi Nasional Penyempurnaan dari Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/04/21/2845/sidang.paripurna.ke-5.den.grand.strategi.energi.nasional.penyempurnaan.dari.rencana.umum.energi.nasional.ruen>

Kementerian ESDM. (2021b, June 22). *Pengumuman Tender EPC untuk Pembangunan PLTS Off-Grid pada 23 Desa di Indonesia*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/06/22/2891/pengumuman.tender.epc.untuk.pembangunan.plts.off-grid.pada.23.desa.di.indonesia>

Kementerian ESDM. (2022a). *Handbook of Energy and Economic Statistics 2021*. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-handbook-of-energy-and-economic-statistics-of-indonesia-2021.pdf>

Kementerian ESDM. (2022b). *Laporan Capaian Kinerja sektor ESDM tahun 2021 dan rencana 2022*.

Kementerian ESDM. (2022c). *Capaian kinerja sektor ESDM tahun 2021 & rencana 2022*. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-capaian-kinerja-sektor-esdm-tahun-2021-dan-rencana-tahun-2022.pdf>

Kementerian ESDM. (2022d, January 21). *Implementasi Peraturan Menteri ESDM tentang PLTS Atap*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/01/21/3058/implementasi.peraturan.menteri.esdm.tentang.plts.atap>

Kementerian ESDM. (2022e, March 23). *Dukung Program Dedieselisasi, Menteri ESDM: Teknologi dan Biaya Kompetitif Jadi Kunci Keberhasilan*. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/dukung-program-dedieselisasi-menteri-esdm-teknologi-dan-biaya-kompetitif-jadi-kunci-keberhasilan>

Kementerian ESDM. (2022f, March 24). *Empat Kerjasama Menuju Net Zerro Emission Tahun 2060 Ditandatangi*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/03/24/3128/empat.kerjasama.menuju.net.zerro.emission.tahun.2060.ditandatangani>

Kementerian ESDM. (2022g, April 7). *New and Renewable Energy Development Toward Net Zero Emissions*. RE Invest Indonesia Investment Forum 2022 - South Korea.

- 
- Kementerian ESDM. (2022h). *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2021*. <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-handbook-of-energy-and-economic-statistics-of-indonesia-2021.pdf>
- Kompas. (2022, May 24). *Bahlil: Ekspor Listrik Dilarang, Sebentar Lagi Kami Akan Buat Aturannya*. KOMPAS.com. <https://money.kompas.com/read/2022/05/24/202505126/bahlil-ekspor-listrik-dilarang-sebentar-lagi-kami-akan-buat-aturannya>
- PLN. (2019). *RUPTL PT PLN 2019—2028*. <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2021/08/5b16d-kepmen-esdm-no-39-k-20-mem-2019-tentang-pengesahan-ruptl-pt-pln-2019-2028.pdf>
- PLN. (2021a). *RUPTL PT PLN 2021—2030*. [https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download\\_index/files/38622-ruptl-pln-2021-2030.pdf](https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/38622-ruptl-pln-2021-2030.pdf)
- PLN. (2021b). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2021—2030*. [https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download\\_index/files/38622-ruptl-pln-2021-2030.pdf](https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/38622-ruptl-pln-2021-2030.pdf)
- PLN. (2022a). *Statistik PLN 2021*. <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2022/03/Statistik-PLN-2021-Unaudited-21.2.22.pdf>
- PLN. (2022b, March 23). *Renewable Energy Technology as Driver for Indonesia's De-Dieselization*. <https://www.youtube.com/watch?v=FRYVWgxdXeM>
- Putri, C. (2022, February 10). *Ada Hibah Rp 114 Miliar untuk Insentif Pasang PLTS Atap*. CNBC Indonesia. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20220210140640-4-314382/ada-hibah-rp-114-miliar-untuk-insentif-pasang-plts-atap>
- pv magazine. (2022, March 15). *World has installed 1TW of solar capacity* – pv magazine International. <https://www.pv-magazine.com/2022/03/15/humans-have-installed-1-terawatt-of-solar-capacity/>
- Riyandanu, M. (2022, April 20). *Swasta Kesulitan Pasang PLTS Atap, ESDM Akan Revisi Aturan*. <https://katadata.co.id/yuliawati/berita/625f9af6ff8/swasta-kesulitan-pasang-plts-atap-esdm-akan-revisi-aturan#:~:text=Dalam%20memasang%20pembangkit%20listrik%20energi,dengan%20kapasitas%20maksimum%20yang%20terpasang>

---

Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of Innovations*, 3th Edition.

Setiawan, V. (2022, May 9). *Pemerintah Ungkap Alasan Sulitnya PLTS Atap Berkembang*.  
<https://www.cnbcindonesia.com/news/20220509140749-4-337465/pemerintah-ungkap-alasan-sulitnya-plts-atap-berkembang>

The Jakarta Post. (2022). *Question raised over plan to ban clean power exports*. The Jakarta Post.  
<https://www.thejakartapost.com/business/2022/06/07/question-raised-over-plan-to-ban-clean-power-exports.html>

Wijatmoko, B. (2017, September 14). *Gerakan Nasional Sejuta Surya Atap Menuju Gigawatt Fotovoltaik di Indonesia*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2017/09/14/1747/gerakan-nasional.sejuta.surya.atap.menuju.gigawatt.fotovoltaik.di.indonesia>



**IESR**

Institute for  
Essential Services  
Reform

Jalan Tebet Barat Dalam VIII No.20  
Jakarta Selatan 12810 | Indonesia  
T: +62 21 2232 3069  
F:+62 21 8317 073

[iesr.id](https://iesr.id)    [linkedin](https://www.linkedin.com/company/iesr/) [@iesr](https://twitter.com/iesr_id)  
[www.iesr.or.id](http://www.iesr.or.id)