

# PELUANG PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS ENERGI BARU TERBARUKAN DI INDONESIA

---

TARSISIUS KRISTYADI



# PELUANG PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS ENERGI BARU TERBARUKAN DI INDONESIA

Oleh:  
Tarsisius Kristyadi

**PELUANG PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS ENERGI  
BARU TERBARUKAN DI INDONESIA**

Copyright © 2023, Penerbit Itenas

**Penulis:**

Tarsisius Kristyadi

**Penyunting dan Penata Letak:**

Tim Penerbit Itenas

**Desain Sampul:**

Agus Wardana

**Diterbitkan oleh:**

Penerbit Itenas

Jl. PKH. Mustapha No.23 Bandung 4012

Telpon. +62 22 7272215, Fax. +62 22 7202892

Email: [penerbit@itenas.ac.id](mailto:penerbit@itenas.ac.id)

Website: <http://penerbit.itenas.ac.id/>

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Cetakan Pertama, Maret 2023

66 halaman, 17 x 25

Hak Cipta pada Penerbit Itenas, 2023

---

**ISBN: 978-623-7525-56-1**

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena rahmatNya buku ini telah tersusun.

Buku ini dengan judul PELUANG PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS ENERGI BARU TERBARUKAN DI INDONESIA, merupakan buku yang disusun sebagai referensi kajian kelayakan. Buku memuat hal-hal berkaitan dengan pengembangan pembangkit energi listrik berbasis energi baru terbarukan antara lain, potensi sumber energi terbarukan di Indonesia, aspek teknologi, aspek pasar, prosedur investasi, aspek perijinan dan aspek ekonomi.

Indonesia mempunyai potensi energi baru terbarukan yang sangat besar antara lain energi air, energi surya, energi angin, panas bumi dan energi bio. Diharapkan sumber energi primert tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik sehingga mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Semoga buku ini bermanfaat.

Bandung 2023

Penulis

Tarsisius Kristyadi

# DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
<b>Bab 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Kebijakan .....	1
1.2. Arah pengembangan .....	2
<b>Bab 2 POTENSI SUMBER ENERGI BARU TERBARUKAN DI INDONESIA 3</b>	<b>3</b>
2.1. Umum .....	3
2.2. Potensi Energi Air (Hydro) .....	3
2.3. Sumber Energi Panas Bumi (Geothermal) .....	14
2.4. Sumber Energi Bio (Biomassa, Biogas, Biofuel) .....	18
2.5. Sampah jadi Energi .....	19
2.6. Potensi Energi Surya .....	22
2.7. Potensi Energi Angin (Bayu) .....	25
<b>Bab 3 ASPEK TEKNOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS EBT..... 27</b>	<b>27</b>
3.1. Teknologi Pembangkit Listrik Berbasis Hydro .....	27
3.2. Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi .....	30
3.3. Teknologi Pembangkit Listrik tenaga Surya .....	32
3.4. Teknologi Konversi energi Angin .....	36
<b>Bab 4 ANALISA POTENSI PASAR PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS EBT 37</b>	<b>37</b>
4.1. Target Bauran Energi Baru Terbarukan .....	37
4.2. Kesimpulan .....	46
<b>Bab 5 ANALISA ASPEK EKONOMI .....</b>	<b>47</b>
5.1. Harga Jual Listrik berbasis EBT ke PLN .....	47
5.2. Aspek Ekonomi Pengembangan Energi Hydro .....	48
5.3. Aspek Ekonomi Pengembangan Energi Matahari (PLTS) .....	49
5.4. Aspek Ekonomi Pengembangan Energi Bio .....	51
<b>Bab 6 PROSEDUR INVESTASI .....</b>	<b>53</b>
6.1. Langkah-Langkah Investasi .....	53
6.2. Prosedur Perijinan .....	55
<b>Bab 7 PROSPEK PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK .....</b>	<b>59</b>
7.1. Prospek Pengembangan .....	59
7.2. Lokasi Pengembangan .....	60
<b>Bab 8 PENUTUP .....</b>	<b>63</b>
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>65</b>

# 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Kebijakan

Dalam menjamin ketersediaan listrik, pemerintah membuat kebijakan di sektor energi yaitu Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014. KEN mengusung semangat perubahan paradigma dari *supply side management* menjadi *demand side management*. Selain perubahan paradigma, diamanatkan juga target energi yang harus disediakan pada Tahun 2025 adalah 400 juta TOE, dengan asumsi pada Tahun 2025 konsumsi listrik per kapita mencapai 2500 kWh. Besaran 400 juta TOE harus disediakan berdasarkan bauran energi mix: minyak bumi 25%, gas bumi 22%, batubara 30% dan energi baru terbarukan 23% [1].

Kondisi kelistrikan saat ini, elektrifikasi 87% dan pemanfaatan EBT baru mencapai 5% dari bauran nasional. Dibutuhkan upaya yang ekstra luar biasa untuk menutup gap 18% dalam kurun waktu 8 Tahun ke depan. Pemerintah terus mengatur strategi, salah satunya adalah menerbitkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2017 tentang pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik. Harapan besar dari peraturan menteri ini adalah pemanfaatan EBT dapat segera terealisasi dan tidak terkonsentrasi hanya di pulau Jawa saja.

Tren global saat ini, sedang mengarah pada peralihan sumber energi fosil ke energi terbarukan. Negara-negara berkembang saat ini sedang ramai mengembangkan energi terbarukan dengan target yang cukup ambisius. Pemerintah dan para pengambil kebijakan di negeri ini bisa mencontoh beberapa negara berkembang yang sukses dalam pengembangan energi terbarukan yaitu: Kostarika, Uruguay, Afganistan, dan India. Oleh karena itu sangat tidak beralasan apabila Indonesia tidak mengembangkan dan membangun EBT. Contoh dari 5 negara di atas menunjukkan secara jelas bahwa hal terpenting yang dibutuhkan bagi pengembangan energi terbarukan bukanlah masalah teknologi atau keekonomian, tetapi lebih pada dukungan kebijakan, visi pemimpinnya, dan perubahan paradigma para pengambil kebijakan energi di negeri itu [2]. Tujuan penggunaan Energi baru terbarukan (EBT) selain sebagai alternatif pengganti energi fosil (*hidrokarbon*), yang mana efek ikutannya adalah berkurangnya emisi gas rumah kaca, juga diharapkan dapat menekan biaya pokok produksi energi final yang kita gunakan sehari-hari, misalnya listrik dan bahan bakar minyak (BBM).

Peluang pemanfaatan Energi baru terbarukan untuk pembangkit listrik masih banyak tersedia bagi investor swasta. Hal ini sejalan dengan Undang-Undang no 30 tahun 2009 tentang ketenagalistrikan. Untuk berperan serta dalam pengembangan tenaga listrik terutama pengembangan pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) maka investor harus melakukan kajian yang komprehensif mengingat banyak faktor yang mempengaruhi seperti faktor teknis, ekonomi, lingkungan, market, distribusi dan penyedia mesin pembangkit.

Buku ini membahas potensi dan pasar serta gambaran kelayakan pembangkit listrik tenaga energi baru terbarukan di Indonesia.

## **1.2 Arah Pengembangan**

Analisa potensi sumber energi berbasis energi baru terbarukan, analisa potensi pasar dan analisa prosedur pengembangan energi baru terbarukan merupakan hal-hal yang menjadi tujuan penulisan buku ini.

Terbitnya buku ini disemangati kajian lengkap mengenai potensi energi baru terbarukan di Indonesia yang harus dimanfaatkan terutama untuk pembangkit listrik. Pembangkit listrik berbasis energi baru terbarukan memberikan dampak mengurangi pemanasan global dan mengurangi ketergantungan terhadap minyak bumi dan batu bara yang cadangannya semakin menipis.

Buku ini berisi kajian potensi energi baru terbarukan di Indonesia, kajian aspek pasar yang meliputi potensi pemanfaatan energi baru terbarukan sebagai sumber energi listrik, kajian aspek teknis dan kajian aspek prosedur pengembangan energi baru terbarukan.

# 2 POTENSI SUMBER ENERGI BARU TERBARUKAN DI INDONESIA

## 2.1 Umum

Potensi energi terbarukan di Indonesia besar sehingga mempunyai peluang untuk dikembangkan. Di lihat dari perkembangannya pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia dapat dibedakan menjadi tiga yaitu:

1. Energi yang sudah dikembangkan secara komersial yaitu *biomassa*, panas bumi dan tenaga air.
2. Energi yang sudah dikembangkan tetapi masih secara terbatas antara lain energi surya, energi angin.
3. Energi yang sudah dikembangkan tetapi baru sampai pada tahap penelitian antara lain energi laut.

Secara umum potensi energi baru terbarukan yang dikembangkan di Indonesia dengan potensi yang besar adalah energi hydro, energi panas bumi, dan energi surya, Secara umum potensi energi angin di Indonesia kecil karena kecepatan angin umumnya rendah yaitu antara 3-5 m/s. Namun di daerah tertentu, khususnya di Indonesia bagian timur, kecepatan angin cukup besar, lebih dari 5 m/s. Meski kecepatan anginnya rendah, namun cukup untuk pembangkit listrik skala kecil. Sedangkan untuk daerah dengan kecepatan angin tinggi, pembangkit listrik skala besar sangat mungkin dikembangkan. Kapasitas terpasang pembangkit listrik tenaga angin saat ini relatif kecil dibandingkan dengan potensi yang ada.

Sementara energi biomassa yang meliputi kayu, limbah pertanian/perkebunan/hutan, komponen organik dari industri dan rumah tangga, kotoran hewan. *Biomassa* dikonversi menjadi energi dalam bentuk bahan bakar cair, gas, panas dan listrik. Teknologi konversi *biomassa* menjadi bahan bakar padat, cair dan gas, antara lain teknologi *pirolisa (bio-oil)*, *esterifikasi (bio-diesel)*, teknologi *fermentasi (bio-etanol)*, *anaerobic digester (bio-gas)*. Dan teknologi konversi energi *biomassa* menjadi energi panas yang kemudian dapat diubah menjadi energi mekanis dan listrik antara lain teknologi pembakaran dan *gasifikasi*. Hal ini memerlukan usaha yang relatif lebih berat untuk pemanfaatannya sebagai pembangkit listrik.

## 2.2 Potensi Energi Air (Hydro)

Energi air (*Hydro*) berdasarkan kapasitasnya dibagi menjadi 3 kelompok yaitu PLTA dengan kapasitas mulai 10 MW, PLTM (*minihydro*) dengan kapasitas 500 kW- 10 MW dan *mikrohydro* (PLTMH) dengan kapasitas sampai 500 kW. Pada uraian ini diuraikan potensi tenaga air yang bias dikembangkan untuk diubah menjadi energi listrik. Di seluruh Indonesia, potensi PLTA skala besar dan kecil sekitar 75.670 MW (75,7 GW, tersebar pada 1249 lokasi) [3] Data Kementerian ESDM menyebutkan bahwa potensi PLTA di Indonesia adalah [3]:

- Sumatera sekitar 15,6 GW (20,8%)
- Jawa 4,2 GW (5,6%)
- Kalimantan 21,6 GW (28,8%)
- Sulawesi 10,2 GW (13,6%)
- Bali, NTT, NTB sekitar 620 MW (0,8 %)



- Maluku 430 MW (0,6 %)
- Papua 22,35 GW (29,8 %)

Kemudian tahun 2019 Pemerintah dan PT PLN menyusun *Hydro Power Master Plan* yang merekomendasikan bahwa pengembangan PLTA total yang dinilai layak secara teknis, ekonomis, dan lingkungan hingga 2027 adalah sebesar 12.893,9MW, pada 89 lokasi saja, yaitu [3]:

- Sumatera 4.408,4 MW
- Jawa 4.594,5 MW
- Kalimantan 431 MW
- Sulawesi 3.239,6 MW
- NTT 15 MW
- Maluku 156,4 MW
- Papua & Papua Barat 49 MW.

Di sisi lain, PLTA yang sudah dibangun dan dapat dimanfaatkan hingga th 2019 adalah 5.941 MW atau 7,85% saja (PLTA 5.711 MW, PLTMH 230 MW) dan Dirjen EBTKE menargetkan 9.700 MW pada tahun 2025 melalui skema percepatan. Berdasarkan data terakhir berikut ini adalah table potensi tenaga air di berbagai wilayah di Indonesia yang bias dikembangkan.

Tabel **Error! No text of specified style in document.**-1 Potensi energi air per wilayah di Indonesia [4]

No.	Wilayah/Provinsi	Potensi (MW)	No.	Wilayah/Provinsi	Potensi (MW)
1	Papua	22.371	8	Sumatera Barat, Riau	3.607
2	Kalsel, Kalteng, Kaltim	16.844	9	Sumatera Selatan, Bengkulu, Jambi, Lampung	3.102
3	Sulsel, Sultra	6.340	10	Jawa Barat	2.861
4	Aceh	5.062	11	Jawa Tengah	813
5	Kalimantan Barat	4.737	12	Bali, NTB, NTT	624
6	Sulut, Sulteng	3.967	13	Jawa Timur	525
7	Sumatera Utara	3.808	14	Maluku	430

**TOTAL 75.091 MW**

Sedangkan data berikut merupakan status PLTA/PLTM di seluruh Indonesia berdasarkan provinsi.

Tabel **Error! No text of specified style in document.**-2 Status Potensi PLTA/PLTM di Nanggroe Aceh Darussalam [4]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTA Tampur 1	330	<i>Reservoir</i>
2	Jambo Papeun 3	25	<i>Run of River</i>
3	Kluet	87	<i>Run of River</i>
4	Kluet 1	41	<i>Run of River</i>
5	Kluet 2	120	<i>Run of River</i>
6	Kluet 3	24	<i>Run of River</i>
7	Meulaboh 5	43	<i>Run of River</i>
8	Peusangan 4	31	<i>Run of River</i>

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
9	Sibubung 1	32	<i>Run of River</i>
10	Seunangan 3	31	<i>Run of River</i>
11	Teunom 1	24	<i>Reservoir</i>
12	Teunom 2	230	<i>Reservoir</i>
13	Teunom 3	102	<i>Reservoir</i>
14	Woyla 1	250	<i>Reservoir</i>
15	Woyla 2	242	<i>Reservoir</i>
16	Woyla 5	46	<i>Run of River</i>
17	Ramasan 1	119	<i>Reservoir</i>
18	Tripa 1	100	<i>Run of River</i>
19	Tripa 4	185	<i>Reservoir</i>
20	Jambu Aye	160	<i>Reservoir</i>
21	Kla	12	<i>Run of River</i>
22	Lae Surya	240	<i>Run of River</i>
23	Meurebo 2	59	<i>Run of River</i>
24	Meurebo 3	100	<i>Run of River</i>
25	Krueng kluet	300	-
26	Krueng Meriam	48	-
27	Redelong	3x6	-
28	Ketambe	19,4	<i>Run of River</i>
29	Mamas	52	<i>Run of River</i>
30	Meulaboh 2	37	<i>Run of River</i>
31	Sibubung 3	22,6	<i>Run of River</i>
32	Lawe Alas	151	<i>Reservoir</i>
33	Lawe Mawas	50	<i>Run of River</i>
34	Ketol A	10	-
35	Lawe Gurah	4,5	-
36	Lhok Pineung	5,1	-
37	Mangku Sosial	6,6	-
38	Subulussalam	7,4	-
39	Tembolan (Bidin 2)	3,1	-

Tabel **Error! No text of specified style in document.**-3 Status Potensi PLTA/PLTM di Sumatera Utara [4]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	Bingai	7	-
2	Adian Nangka	1,5	-
3	Simare	3	-
4	Tanah Pinem	10	-
5	Aek Tulus	2	-
6	Kemangin Nagori	2	-
7	Pargaringan	8	-
8	Aek Godang	4	-
9	Aek Rambe	5,2	-
10	Aek Simadoras	5,1	-
11	Lae Luhung	10	-
12	Silinda	6	-

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
13	Tanjung Lenggang	10	-
14	Tersebar	188,7	-
15	Karai 1	10	<i>Independent Power Producer</i>
16	Karai 2	6	<i>Independent Power Producer</i>
17	Lae Ordi 1 & 2	10	<i>Independent Power Producer</i>
18	Rahu	8,2	<i>Independent Power Producer</i>
19	Simonggo Tornaui	8	<i>Independent Power Producer</i>

Tabel **Error! No text of specified style in document.**-4 Status Potensi PLTA/PLTM di Sumatera Barat [4]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	Pancung Taba	3,2	-
2	Koto Lamo	5	-
3	Pasinggrahan	0,5	-
4	Pinti Kayu	10	-
5	Batang Patimah	2,8	-
6	Bukit Cibadak	9,2	-
7	Gumanti 1	4	-
8	Kerambil	3	-
9	Laruang Gosan	4	-
10	Muaro	0,7	-
11	Sianok Duku	6,6	-
12	Batang Anai 1	1,4	-
13	Batang Anai 2	7,2	-
14	Batang Antokan	1,5	-
15	Batang Samo	7	-
16	Batang Talu	3,1	-
17	Benteng Anai	1,4	-
18	Kanaikan	4,8	-
19	Lintau 2&3	10 & 8,1	-
20	Lubuk Pisang	2,3	-
21	Lumpo	3	-
22	Nagari Kasang	2	-
23	Pelangai Hulu Atas	9,8	-
24	Sungai Aur	2,3	-
25	Sungai Garam Hydro	10	-
26	Telun Berasap	8	-
27	Air Betung	10	-
28	Air Pura 1&2	8,4 & 9	-
29	Batang Lembang	1	-
30	Batang Sangir	9,8	-
31	Muara Air	1,7	-
32	Ngalau Gadang 2	4,2	-
33	Pelangai 1&2	3,3 & 6	-
34	Sei Ludang 1,2	8	-
35	Tarusan Koko	10	-
36	PLTA Masang 3	89	<i>Reservoir</i>

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
37	PLTA Sinamar 1	20	<i>Run of River</i>
38	Sinamar 2	26	<i>Run of River</i>
39	Aquaman	79	-
40	Dusun Tengah	44	-
41	Lubu	28	-
42	Pasaman 1&2	62 & 40	-
43	Batang Hari 4	216	<i>Reservoir</i>
44	Gumanti 1	16	<i>Run of River</i>
45	Anai 1	19	<i>Run of River</i>
46	Kuantan 2	272	<i>Reservoir</i>
47	Rokan Kiri 1	183	<i>Reservoir</i>
48	Air Tuik	24,8	<i>Run of River</i>
49	Sirantih 1	18,3	<i>Run of River</i>
50	Taratak Tumpatih 1	29,6	<i>Run of River</i>

Tabel Error! No text of specified style in document.-5 Status Potensi PLTA/PLTM di Jambi [4]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTA Merangin 2	350	<i>Run of River</i>
2	Merangin 5	21	<i>Reservoir</i>
3	Bangko 2&3	87 & 93	-
4	PLTM Nilo	5	-

Tabel Error! No text of specified style in document.-6 Status Potensi PLTA/PLTM di Sumatera Selatan [4]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTA Selabung	4,5	-
2	Telanai Banding Agung	6	-
3	Air Dikit	6	-
4	Bindu 1&2	10 & 10	-
5	Gilas	2,2	-
6	Kambas	1,2	-
7	Lawang Agung	2,5	-
8	Lematang 2	8,6	-
9	Pulau Kidak	7,5	-
10	Pulau Panggung	9	-
11	Saka	10	-
12	Telema	6,7	-
13	Tj. Tiga/Tj. Agung	6	-
14	Tersebar	115	-

Tabel Error! No text of specified style in document.-7 Status Potensi PLTA/PLTM di Bengkulu [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTA Talang Ratu	18	-
2	Ketahun Tengah	13	-

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
3	Puguk	5,3	-
4	Ketahun 1, 2, 3	4,2 & 2 & 9,9	-
5	Nakai 1&2	3 & 4	-
6	Aur Gading	2,7	<i>Independent Power Producer</i>
7	Kanzy 3	6,5	-
8	Kelingi	2,7	-
9	Ketahun Hilir	9,9	-
10	Kinal	7	-
11	Muara Kemumu	1,1	-
12	Nokan 1	7,3	-
13	Pilubang	8	-
14	Seluma	6	-

Tabel **Error! No text of specified style in document.**-8 Status Potensi PLTA/PLTM di Bandar Lampung [4]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTM Besay	9,2	-
2	Sukarame	8	-
3	Way Simpang Kanan	4,6	-

Tabel **Error! No text of specified style in document.**-9 Status Potensi PLTA/PLTM di Banten [4]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTM Lebak	6	-
2	Bulakan	7	-
3	Cidano	1,5	-
4	Cikamunding	6	-
5	Cikidang & Cisimeut	2 & 2	-
6	Cisiih Cimandiri	8	-
7	Cisiih Leutik	4	-
8	Cisungsang	3	-
9	Nagajaya	6	-
10	Pasundan	6	-

Tabel **Error! No text of specified style in document.**-10 Status Potensi PLTA/PLTM di Jawa Barat [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	Cibuni 3	172	<i>Reservoir</i>
2	Cibuni 4	105	<i>Reservoir</i>
3	Cikaso 3	53	<i>Reservoir</i>
4	Cimandiri 3	2x119	<i>Reservoir</i>
5	Cipasang	2x220	<i>Reservoir</i>
6	Wado	50	<i>Reservoir</i>
7	Maung	350	<i>Reservoir</i>
8	Rawalo 1	10,3	<i>Reservoir</i>
9	Caringin	4,3	-

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
10	Ciarinem	3	-
11	Ciasem	3	-
12	Cibatarua Panyairan	8,22	-
13	Ciberang	5,8	-
14	Cikaengan Najaten	7,2	-
15	Cikancana	4,7	-
16	Cilayu Kulon	5,2	-
17	Cileat	5,2	-
18	Cimanja	3	-
19	Cirompang Mekarmukti	4	-
20	Citarik	4	-
21	Gunung Gurah	3	-
22	Jatisari	5	-
23	Kanzy 5	5	-
24	Kubang	0,4	-
25	Mekarwangi	5	-
26	Pasir Jambu	5,1	-
27	Segrong	0,2	-
28	Sukamaju	7,5	-
29	Toblong	6	-
30	Cijampang 1	1,1	-
31	Pakenjeng Bawah	5,7	-
32	Pusaka 3	3	-
33	Cikaniki 1&2	2,5 & 3	-
34	Pakenjeng Atas	3,6	-
35	Cikawung Bawah	2,5	-
36	Cikawung Atas	5	-

Tabel Error! No text of specified style in document.-11 Status Potensi PLTA/PLTM di Jawa Tengah [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	Adipasir 1&2	2 x 0,34	-
2	Ambal	2,1	-
3	Binangun	3,8	-
4	Dadapayam	3	-
5	Gelang	0,3	-
6	Gumiwang	0,4	-
7	Gunung Wugul	3	-
8	Jimat	0,5	-
9	Kaliwadas	0,35	-
10	Mojoagung	1,6	-
11	Pagarpelah	3,2	-
12	Preng 1	1,8	-
13	Preng 2	4,5	-
14	Prukut Sambirata	1,5	-
15	Serayu 3	3,5	-
16	Bengaluh 1&2	2,8 & 3,6	-

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
17	Banjaran	1,8	-
18	Palumbungan	1,6	-
19	Logawa Sunyalangu	1,52	-
20	Bendonsari	4	-
21	Logawa Babakan	1,34	-
22	Logawah Baseh Karangpalem	1,86	-
23	Pugeran	6	-
24	Serayu	8,62	-

Tabel Error! No text of specified style in document.-12 Status Potensi PLTA/PLTM di Jawa Timur [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTM Jompi 1 (Jmpo Atas)	2,12	-
2	Jompo 2 (Jompo Bawah)	3,2	-
3	Kali Tengah (Sungai Tengah)	1,4	-
4	Ketajek	3,3	-
5	Sumberarum	3	-
6	Bayu	3,6	-
7	Lodoyo 2	10	-
8	Pecet	1,5	-
9	Zeelandi	2,18	-
10	Balelo	4,3	-

Tabel Error! No text of specified style in document.-13 Status Potensi PLTA/PLTM di Bali [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTM Telagawaja	4	-
2	Ayung	2,34	-
3	Tukad Daya	8,2	-
4	Sunduwati	2,2	-
5	Telagawaja	1	-
6	Sambangan	1,9	-
7	Tukad Balin	2,5	-

Tabel Error! No text of specified style in document.-14 Status Potensi PLTA/PLTM di Nusa Tenggara Barat [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTM Brang Rea 1&2	2,54 & 3,84	-
2	Bintang Bano	8,8	-

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
3	PLTA Brang Beh	12	-
4	Brang Beh	6	-
5	Lombok 3 lokasi (Sungai Muntur)	2,8	-
6	Sungai Kokok Putih	4,2	-
7	Sungai Pekatan	5,3	-
8	Lombok Utara	10	-
9	Lombok Barat	15	-
10	Lombok Tengah	17	-
11	Lombok Timur	16	-
11	Sumbawa 17 Lokasi Sungai Brang Rhae Sungai Bintang Bano Sungai Brang Beh	16 40 103,5	-
13	Sumbawa Barat 9 Lokasi	-	-
14	Dompu 9 Lokasi	-	-
15	Bima 5 Lokasi	-	-
16	PLTM Tersebar NTB ± 18,7 MW	-	-

Tabel Error! No text of specified style in document.-15 Status Potensi PLTA/PLTM di Nusa Tenggara Timur [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTA Wai Rancang 1,2 - Manggarai	10 & 6,5	<i>Run of River</i>
2	Riam Kiwa	42	-
3	Watupanggantung	15	-
4	PLTM Wae Lega	1,75	-
5	Harunda	1,6	-

Tabel Error! No text of specified style in document.-16 Status Potensi PLTA/PLTM di Kalimantan Selatan [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTA Muara Jambi	284	<i>Reservoir</i>
2	Kusan	65	<i>Reservoir</i>
3	PLTM Riam Kiwa	10	Lokasi Tanah Bumbu
4	Muara Kendihin	0,6	Lokasi Banjar
5	Kiram Atas	0,9	Lokasi Hulu Sungai Selatan
6	Sampanahan	0,6	Lokasi Kotabaru
7	Gendang Timburu	0,6	Lokasi Kotabaru

Tabel Error! No text of specified style in document.-17 Status Potensi PLTA/PLTM di Kalimantan Timur [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	Long Bangun (Mahakam)	20	<i>Run of River</i>
2	Tabang	270	<i>Reservoir</i>



Tabel Error! No text of specified style in document.-18 Status Potensi PLTA/PLTM di Kalimantan Utara [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTA Kayan 1	660	<i>Reservoir</i>
2	Kayan 2	500	<i>Reservoir</i>
3	Kayan 3	1200	<i>Reservoir</i>
4	Kaltara 2	300	<i>Reservoir</i>

Tabel Error! No text of specified style in document.-19 Status Potensi PLTA/PLTM di Sulawesi Utara [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTA Poigar 3	20	-
2	Minut 1,2,3	14, 27, 12	-
3	Mongondow	37	-
4	Ranoyapo 1,2	81, 27	-
5	PLTM Woran, More, Molobog, Kilotiga	4 x 0,6	-
6	Lobong 2	0,5	-
7	Apado, Bilalang, Ulupeliang 2	3 x 0,3	-
8	Kinali, Tangangah, Belengan	3 x 1,2	-
9	Salongo	0,9	-
10	Milangoda 1,2	2 x 0,7	-
11	Pilolahungan	0,8	-
12	Tincep 1,2,3,4	0,4 & 1,1 & 2,2 & 0,4	-
13	Ronowangko	2,2	-
14	Totabuan	5	-

Tabel Error! No text of specified style in document.-20 Status Potensi PLTA/PLTM di Sulawesi Tengah [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTM Bambalo	1,8	-
2	Dako	1,4	-
3	Sampaga	1,2	-
4	Lobu	5	-
5	Banasu	9	-
6	Batu Noboto	5	-
7	Kilo	10	-
8	Paddumpu	5	-
9	Yaentu	10	-
10	Ponju	3	-
11	Bengkoli	2,5	-
12	Bongkasoa	1,4	-
13	Pono	6	-
14	PLTA Koro Yaentu	17	<i>Run of River</i>

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
15	Salo Karangana	103	<i>Reservoir</i>
16	Salo Pebatua	426	<i>Reservoir</i>
17	Lariang 7	257,6	<i>Reservoir</i>
18	Kulawi	150	<i>Run of River</i>
19	La'a	160	<i>Run of River</i>
20	Lalindu	50	<i>Run of River</i>
21	Palu 3	75	<i>Reservoir</i>
22	SR 1	420	<i>Reservoir</i>
23	SR 2	720	<i>Reservoir</i>
24	Tinauka	300	<i>Reservoir</i>
25	Lariang 4	200	<i>Run of River</i>
26	Gumbasa	156	<i>Run of River</i>

Tabel Error! No text of specified style in document.-21 Status Potensi PLTA/PLTM di Sulawesi Selatan [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTM Bambalu	0,3	-
2	Bontotene	1,7	-
3	Kahaya	4	-
4	Rongkong	8,1	-
5	Eremerasa	1,2	-
6	Kondongan	3,5	-
7	Pasui 1	1,9	-
8	Mallawa	5	-
9	Baliase	9	-
10	PLTA Bakar 3	146	-
11	Masuni	400	<i>Reservoir</i>
12	Mong	256	<i>Reservoir</i>
13	Batu	271	<i>Reservoir</i>
14	Karama 1	800	<i>Reservoir</i>
15	Seko 2	90	<i>Run of River</i>
16	Makale	45	<i>Run of River</i>

Tabel Error! No text of specified style in document.-22 Status Potensi PLTA/PLTM di Sulawesi Tenggara [5]

No	Nama Pembangkit	Potensi (MW)	Keterangan
1	PLTA Lasolo	2 x 72,5	-
2	Tamboli	22	-
3	PLTM Buleleng	1,2	-

Sementara itu untuk mikro hydro yang tersebar dengan kapasitas kecil kecil di seluruh Indoensia juga masih cukup banyak. Berikut ini adalah table potensi mikrohydro yang tersebar di setiap daerah (provinsi) di Indonesia

Tabel Error! No text of specified style in document.-23 Tabel potensi minihydro dan mikro hydro per provinsi [5]

No.	Provinsi	Potensi (MW)	No.	Provinsi	Potensi (MW)
1	Kalimantan Timur	3.562	17	Riau	284
2	Kalimantan Tengah	3.313	18	Maluku	190
3	Aceh	1.538	19	Kalimantan Selatan	158
4	Sumatera Barat	1.353	20	Kalimantan Barat	124
5	Sumatera Utara	1.204	21	Gorontalo	117
6	Jawa Timur	1.142	22	Sulawesi Utara	111
7	Jawa Tengah	1.044	23	Bengkulu	108
8	Kalimantan Utara	943	24	Nusa Tenggara Timur	95
9	Sulawesi Selatan	762	25	Banten	72
10	Jawa Barat	647	26	Nusa Tenggara Barat	31
11	Papua	615	27	Maluku Utara	24
12	Sumatera Selatan	448	28	Bali	15
13	Jambi	447	29	Sulawesi Barat	7
14	Sulawesi Tengah	370	30	DI. Yogyakarta	5
15	Lampung	352	31	Papua Barat	3
16	Sulawesi Tenggara	301			
<b>Total</b>					<b>19.385</b>

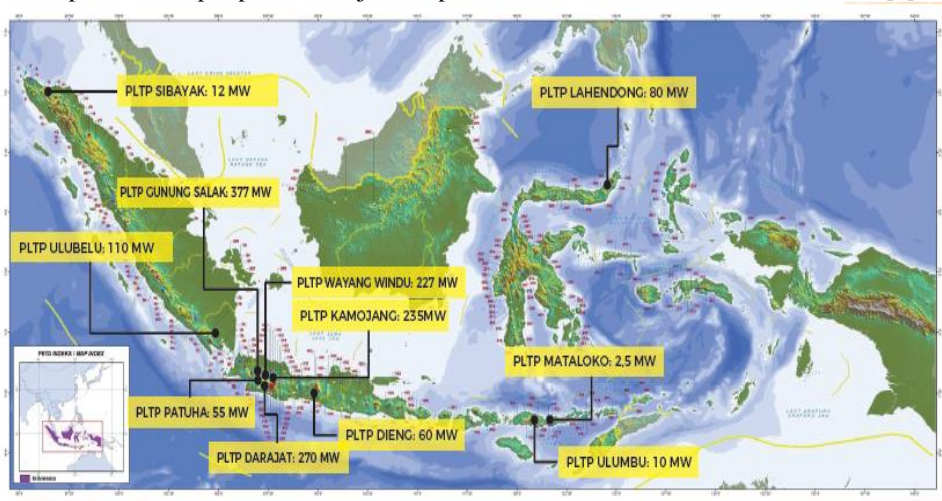
### 2.3 Sumber Energi Panas Bumi (Geothermal)

Potensi energi PLTP 29.038 MW (29 GW), sedangkan kapasitas terpasang th 2017 sebesar 1.838,5 MW atau naik menjadi 6,3% dari total potensi yang ada. Tahun 2018, ada tambahan daya dari [6]:

1. PLTP Sarulla (2x110MW)
2. PLTP Karaha (30MW)
3. Sorik Merapi (2x20MW)
4. Lumut Balai (55MW)

Sehingga total daya menjadi 2.023,5 MW (naik menjadi 6,97%). Hal ini menaikkan peringkat PLTP Indonesia menjadi kedua dunia sesudah AS (3.450MW), dan Filipina turun menjadi ketiga dunia. Target tahun 2025 adalah 7.200 MW. Empat puluh (40) % potensi dunia ada di Indonesia, dan sekitar 331 titik potensi panas bumi (oleh KEN) telah ditemukan. Sepuluh (10) % dari total potensi itu (sekitar 2 GW) ada di Sumsel.

Berdasarkan data dari *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2017* yang diterbitkan oleh Kementerian ESDM, total potensi energi panas bumi sebesar 28.579 MWe yang terdiri dari sumber daya sebesar 11.073 MWe dan cadangan 17.506 MWe. Sebaran potensi panas bumi per pulau ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan Tabel 2-24 berikut [7]:



Gambar Error! No text of specified style in document.-1 Gambar Sebaran PLTP terpasang di Indonesia [7]

Indonesia adalah salah satu pasar berkembang yang permintaan listriknya meningkat sekitar sepuluh persen per tahun (khususnya di luar pulau Jawa) sehingga negara ini membutuhkan sekitar enam GW per tahun untuk kapasitas pembangkit tambahan. Rasio elektrifikasi Indonesia - yang merupakan persentase rumah tangga Indonesia yang tersambung ke jaringan listrik negara - mencapai 80,38 persen pada akhir tahun 2013, menunjukkan bahwa masih ada sekitar 50 juta orang Indonesia yang kekurangan akses listrik. Pemerintah Indonesia memiliki harapan yang tinggi terhadap energi panas bumi. Memiliki cadangan panas bumi terbesar di dunia, pemerintah bertujuan untuk meningkatkan peran tenaga panas bumi dalam bauran energi negara. Karena permintaan energi meningkat dengan cepat di ekonomi terbesar di Asia Tenggara - di belakang pertumbuhan populasi yang dikombinasikan dengan ekspansi ekonomi struktural yang menimbulkan kelas menengah yang berkembang pesat serta masuknya investasi baru dan industrialisasi - pemerintah telah melakukan upaya untuk memperlancar investasi dalam eksplorasi tenaga panas bumi setelah selama ini kurang lebih mengabaikan sektor ini. Sebaliknya, pemerintah mengandalkan batu bara, gas alam, dan minyak mentah untuk bahan bakar pembangkit listrik negara. Demikian pula, pemerintah telah mengabaikan potensi sumber energi terbarukan lainnya (seperti pembangkit listrik tenaga air, energi surya fotovoltaik, biofuel dan biomassa). Minat sektor swasta untuk berinvestasi di sektor sumber terbarukan di Indonesia juga kurang karena iklim investasi negara yang rumit (birokrasi, korupsi, kurangnya infrastruktur yang layak dan kurangnya kepastian hukum). Selain itu, melimpahnya batubara murah di Indonesia membuat investasi di sumber energi terbarukan di negara ini menjadi tidak menarik.

Tabel 2-24 berikut ini menunjukkan sebaran potensi panas bumi atau geothermal di Indonesia berdasarkan provinsi. Sementara pada Tabel 2-25 menggambarkan sebaran panas bumi berdasarkan wilayah kerja panas bumi.

**Tabel Error! No text of specified style in document.-24** Tabel Potensi Panas Bumi Per provinsi di Indonesia [7]

No.	Provinsi	Potensi						
		Sumber Daya			Cadangan			
		Speculative	Hypothetical	Total	Possible	Probable	Proven	Total
1	Jawa Barat	1.225	934	2.159	1.687	543	1.535	3.765
2	Sumatera Utara	300	134	434	1.996	-	320	2.316
3	Lampung	600	643	1.243	1.319	-	20	1.339
4	Sumatera Selatan	273	645	918	964	-	-	964
5	Jawa Tengah	130	387	517	949	115	280	1.344
6	Sumatera Barat	532	269	801	1.035	-	-	1.035
7	Nusa Tenggara Timur	226	403	629	748	-	15	763
8	Jawa Timur	105	257	362	1.012	-	-	1.012
9	Bengkulu	357	223	580	780	-	-	780
10	Aceh	640	340	980	332	-	-	332
11	Jambi	348	74	422	566	15	40	621
12	Sulawesi Utara	55	73	128	540	150	78	768
13	Maluku Utara	190	7	197	580	-	-	580
14	Sulawesi Tengah	349	36	385	368	-	-	368
15	Maluku	370	84	454	220	-	-	220
16	Banten	100	161	261	365	-	-	365
17	Sulawesi Barat	316	53	369	162	-	-	162
18	Sulawesi Selatan	172	120	292	163	-	-	163
19	Bali	70	22	92	262	-	-	262
20	Sulawesi Tenggara	200	25	225	98	-	-	98
21	Gorontalo	129	11	140	110	-	-	110
22	Nusa Tenggara Barat	-	6	6	169	-	-	169
23	Bangka Belitung	100	6	106	-	-	-	-
24	Papua Barat	75	-	75	-	-	-	-
25	Kalimantan Barat	65	-	65	-	-	-	-
26	Kalimantan Selatan	50	-	50	-	-	-	-
27	Kalimantan Utara	20	30	50	-	-	-	-
28	Riau	41	-	41	-	-	-	-
29	Kalimantan Timur	18	-	18	-	-	-	-
30	Yogyakarta	-	-	-	10	-	-	10
	<b>Total</b>	<b>7.055</b>	<b>4.943</b>	<b>11.998</b>	<b>14.435</b>	<b>823</b>	<b>2.288</b>	<b>17.546</b>

Tabel Error! No text of specified style in document.-25 Daftar Wilayah Kerja Panas Bumi beserta potensinya [8]

No	Wilayah Kerja Panas Bumi	Provinsi	Potensi (MW)	Keterangan	No	Wilayah Kerja Panas Bumi	Provinsi	Potensi (MW)	Keterangan
1	Sibayak-Sinabung	Sumatera Utara	124	WKP Existing (Sebelum Terbit UU No.27Tahun 2003)	36	Telaga Ngebel	Jawa Timur	120	WKP Setelah UU No. 27 Tahun 2003
2	Cibeureum-Parabakti	Jawa Barat	952		37	Hu'u Daha	NTB	65	
3	Pangalengan	Jawa Barat	1.106		38	Seulawah Agam	Nanggroe Aceh Darussalam	160	
4	Kamojang-Darajat	Jawa Barat	855		39	Suwawa	Gorontalo	110	
5	Dataran Tinggi Dieng	Jawa Tengah	780		40	SongaWayaua	Maluku Utara	140	
6	Lahendong-Tompaso	Sulawesi Utara	358		41	Sipaholon Ria- Ria	Sumatera Utara	75	
7	Sibual-buali	Sumatera Utara	1.146		42	Marana	Sulawesi Tengah	36	
8	Ulubelu	Lampung	556		43	Bonjol	Sumatera Barat	200	
9	Kotamobagu	Sulawesi Utara	410		44	Danau Ranau	Lampung dan Sumatera Selatan	210	
10	Lumut Balai	Sumatera Selatan	1.066		45	Mataloko	NTT	63	
11	Karaha-Cakrabuana	Jawa Barat	725		46	Gn. Ciremai	Jawa Barat	150	
12	Hululais	Bengkulu	873		47	Gn. Endut	Banten	80	
13	Sungai Penuh	Jambi	208		48	Simbolon – Samosir	Sumatera Utara	150	
14	Tulehu	Maluku	100		49	Way ratai	Lampung	105	
15	Tangkuban Perahu	Jawa Barat	90		50	Umbul telo moyo	Jawa Tengah	72	
16	Cibuni	Jawa Barat	140		51	Bora – pulu	Sulawesi Tengah	123	
17	Ulumbu	NTT	199		52	Gn. Lawu	Jawa Tengah Jawa Timur	195	
18	Iyang Argopuro	Jawa Timur	295		53	Sembalun	NTB	100	
19	Buyan Beratan	Bali	276		54	Okailange	NTT	40	
20	Liki Pinangawan Muaralaboh	Sumatera Barat	400	55	Kepahiang	Bengkulu	180		
21	Gn. Rajabasa	Lampung	91	56	Gn. Arjuno- Welirang	Jawa Timur	185		
22	Jaboi	NAD	50	57	Graho Nyabu	Jambi	200		
23	Sorik Marapi-Roburan- Sampuraga	Sumatera Utara	200	58	Gn. Pandan	JawaTimur	60		
24	Cisolok Cisukarame	Jawa Barat	30-45	59	Gn. Hamiding	Maluku Utara	265		
25	Gn. Tangkuban Perahu	Jawa Barat	100	60	Gn. Gede Pangrango	Jawa Barat	85		
26	Gn. Tampomas	Jawa Barat	20-50	61	Telaga Ranu	Maluku Utara	85		
27	Gn. Ungaran	Jawa Tengah	100	62	Songgoriti	JawaTimur	35		
28	Sokoria	NTT	30	63	Gunung Talang- BukitKili	Sumatera Barat	65		
29	Atadei	NTT	40	64	Gunung Wilis	Jawa Timur	50		
30	Jailolo	Maluku Utara	75	65	Gunung Galunggung	Jawa Barat	160		
31	Rantau Dedap	Sumatera Selatan	106	66	Gunung Geureudong	Aceh	130		
32	Baturaden	Jawa Tengah	175	67	Lainea	Sulawesi Tenggara	66		
33	Guci	Jawa Tengah	79	68	Tanjung Sakti	Sumatera Selata-n Bengkulu	70		
34	Kaldera Danau Banten	Banten	115	69	Sekincau	Lampung	230		
35	Blawan-Ijen	Jawa Timur	270						

## 2.4. Sumber Energi Bio (Biomassa, Biogas, Biofuel)

Potensi energi *biomassa* Indonesia diperkirakan: 49.810 MW (50 GW) yang berasal dari perkiraan produksi 200 juta ton *biomassa*/tahun dari residu pertanian, kehutanan, perkebunan dan limbah padat/sampah kota, sementara daya terpasang: hanya 1.716,5 MW [7] atau sekitar 3,45% saja dengan hutan produktif dan perkebunan seluas 23 juta Ha. Itu berarti pemanfaatan biomassa untuk energi listrik masih sangat sedikit. Oleh karena itu ESDM mengeluarkan Permen No. 3 th 2016 dan 27 th 2014 guna mendorong pemanfaatan *biomassa* (PLTBM) dan *biogas* (PLTBg) seoptimal-mungkin menjadi listrik. Program jangka pendek Kementerian ESDM meliputi promosi investasi, insentif fiskal dan pajak, kebijakan penetapan harga energi, penyebarluasan informasi, dan penelitian dan pengembangan. Ada 57 juta Ha lahan terdegradasi yang dapat dikembangkan untuk energy forest. Sekitar 20 juta Ha akan dimanfaatkan dulu untuk biofuel

Indonesia adalah produsen kelapa sawit terbesar di dunia dengan areal sekitar 14,03 juta Ha [9] (milik rakyat / Perkebunan rakyat 35,64%, Negara (PTPN) 12,74%, swasta asing 1,54%, sisanya swasta nasional/lokal 50,08%). Produksi CPO sekitar 37,8 juta ton (ESDM 2018) terdiri atas milik rakyat 13,47 juta ton, Negara 4,81 juta ton, dan swasta 19,52 juta ton. Jumlah pabrik minyak kelapa sawit sekitar 608. Residu berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sekitar 27,5 juta ton basah (1 ton TBS/Tandan Buah Segar menghasilkan 200 kg CPO, limbah TKKS 250 kg, dan limbah cair 0,5 m<sup>3</sup>). Masih ada limbah sawit lain, seperti pelepah 4%, cangkang 6,5%, serat 13%. Pemerintah melarang membakar TKKS langsung guna menghindari pencemaran udara.

Tabel 2-26 berikut ini adalah table potensi energi bio di Indonesia.

Tabel **Error! No text of specified style in document.**-26 Tabel Potensi energi bio di Indonesia [9]

No.	Provinsi	Biomass/ Biofuel	Potensi Biogas	Total
1	Riau	4.157,4	37,7	4.195,1
2	Jawa Timur	2.851,3	569,6	3.420,9
3	Sumatera Utara	2.796,1	115,5	2.911,6
4	Jawa Barat	1.979,8	574,3	2.554,1
5	Jawa Tengah	1.884,1	348,4	2.232,5
6	Sumatera Selatan	2.061,4	71,2	2.132,6
7	Jambi	1.821,0	18,9	1.839,9
8	Kalimantan Tengah	1.486,7	12,2	1.498,9
9	Lampung	1.407,6	84,5	1.492,1
10	Kalimantan Barat	1.279,3	28,9	1.308,2
11	Kalimantan Selatan	1.266,3	23,6	1.289,9
12	Aceh	1.136,6	37,7	1.174,3
13	Kalimantan Timur/Utara	946,6	17,7	964,3
14	Sulawesi Selatan	890,3	69,1	959,4
15	Sumatera Barat	923,1	34,7	957,8
16	Bengkulu	633,0	11,8	644,8



No.	Provinsi	Biomass/ Biofuel	Potensi Biogas	Total
17	Banten	346,5	118,6	465,1
18	Nusa Tenggara Barat	341,3	52,8	394,1
19	Sulawesi Tengah	307,4	19,5	326,9
20	Nusa Tenggara Timur	192,5	48,0	240,5
21	DI. Yogyakarta	183,1	41,1	224,2
22	Bangka Belitung	217,7	5,4	223,1
23	Sulawesi Barat	197,8	8,1	205,9
24	Bali	146,9	44,7	191,6
25	Sulawesi Utara	150,2	13,8	164,0
26	Sulawesi Tenggara	132,8	17,7	150,5
27	Gorontalo	119,1	11,5	130,6
28	DKI Jakarta	0,5	126,1	126,6
29	Papua	81,4	15,1	96,5
30	Papua Barat	50,8	4,1	54,9
31	Maluku Utara	27,5	7,0	34,5
32	Maluku	23,6	9,0	32,6
33	Kepulauan Riau	11,6	4,3	15,9
	Total	30.051,2	2.602,6	32.653,8

## 2.5. Sampah jadi Energi

Sampah (ton/hari) di kota-kota besar Indonesia amat besar jumlahnya (>175.000 ton/hari), seperti [10]:

1. Jakarta 8.000 ton/hari.
2. Bandung 1.100 ton/hari.
3. Denpasar 2.000 ton/hari.
4. Surabaya 1.800 ton/hari.
5. Medan 1.700 ton/hari.
6. Makassar 870 ton/hari.
7. Palembang 750 ton/hari
8. Yogyakarta 300 ton/hari
9. Semarang 700 ton/hari

Sebagian besar sampah itu masuk ke TPA (sebagian kecil diolah via teknologi landfill untuk mendapatkan biogas). Idealnya, sampah organik dan lainnya (kertas, plastik, karet, kulit, kayu/pelet kayu) dikonversi menjadi gas sintetis via proses pirolisis / termolisis, sedangkan besi, aluminium, gelas, pasir dan lain-lain. didaur-ulang / dijual. Sampah tanpa pemilahan (tetap dalam bentuk campuran) menjadi gas sintetis dikonversi menggunakan teknologi via *auto claving* dilanjutkan dengan gasifikasi, atau langsung menggunakan teknologi *gasifikasi plasma*. Setiap 500 ton/hari sampah (via *biogas*) yang diolah setara dengan daya listrik 6 MW. Sementara, 1000 ton/hari sampah Indonesia dengan teknologi autoclaving diikuti gasifikasi atau langsung via gasifikasi (*gasifikasi plasma*) akan menghasilkan listrik lebih besar, yaitu sekitar 50 MW yang dihasilkan oleh 2 turbin, yaitu turbin gas (via syngas) dan turbin uap (via boiler yang dipanasi gas buang).

Pemerintah Indonesia mendukung proyek PLTSA dengan menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 35 Tahun 2018 tentang Percepatan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan (“Peraturan”).

Dalam Perpres tersebut, pemerintah Indonesia menetapkan beberapa daerah yang harus mempercepat pembangunan PLTSA, sebagai berikut: (1) Provinsi DKI Jakarta; (2) Kota Tangerang; (3) Kota Tangerang Selatan; (4) Kota Bekasi; (5) Kota Bandung; (6) Kota Semarang; (7) Kota Surakarta; (8) Kota Surabaya; (9) Kota Makassar; (10) Kota Denpasar; (11) Kota Palembang; dan (12) Kota Manado. Pemerintah daerah dapat bermitra dengan badan usaha yang dipilih melalui mekanisme pengadaan publik.

Badan usaha yang terpilih (“Pengembang PLTSA”) harus memiliki izin lingkungan dan penyediaan tenaga listrik. Pengembang PLTSA difasilitasi dalam penerbitan izin prinsip pembangunan/konstruksi. Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional, Kepala Badan Koordinasi Penanaman Modal, menteri merangkap kepala instansi lain dan Pemerintah Daerah terkait sesuai dengan kewenangannya memberikan dukungan dalam urusan perizinan dan nonperizinan serta penyederhanaan yang diperlukan oleh Pengembang PLTSA.

Tabel 2-27 berikut ini adalah potensi sampah yang bias dijadikan sebagai sumber energy

Tabel **Error! No text of specified style in document.**-27 Tabel Potensi energi bio di Indonesia [8]

Provinsi dan TPA	Kapasitas TPA Ton per Tahun	Efisiensi Sistem Pembangkitan (MWh)	Total Potensi Tekno-Eko (Mwe)
<b>ACEH</b>			
1. TPA Blang Mangat	15.741,00	6.590,29	0,94
<b>SUMATERA UTARA</b>			
1. TPA Sidodadi	13.688,00	5.730,68	0,82
2. TPA Kaban Jahe	10.585,00	4.431,73	0,63
3. TPA Siantar Martoba	73.967,00	21.179,09	3,52
4. TPA Pertayuan	2.738,00	1.146,14	0,16
5. TPA Tanjung Pinggir	61.594,00	17.636,18	2,52
6. TPA Namu Bintang	233.600,00	66.886,83	11,04
7. TPA Terjun	233.600,00	66.886,83	11,04
8. TPA Mencirim	22.995,00	6.584,17	0,94
9. TPA Batu Bola	11.406,00	4.775,57	0,68
<b>SUMATERA BARAT</b>			
1. TPA Air Dingin	115.705,00	33.129,88	5,48
2. TPA Kubu Gadang	17.128,00	7.170,99	1,02
3. TPA Desa Binasi	10.676,00	4.469,93	0,64
<b>RIAU</b>			
1. TPA Muara Fajar	109.500,00	44.826,68	6,90
2. TPA Kota Dumai	13.140,00	5.501,46	0,79

<b>Provinsi dan TPA</b>	<b>Kapasitas TPA Ton per Tahun</b>	<b>Efisiensi Sistem Pembangkitan (MWh)</b>	<b>Total Potensi Tekno-Eko (Mwe)</b>
<b>KEPULAUAN RIAU</b>			
1. TPA Tanjung Pinang	16.060,00	6.724,00	0,96
2. TPA Telaga Punggur	224.475,00	108.602,81	16,25
<b>JAMBI</b>			
1. TPA Talang Gulo	39.858,00	11.412,57	1,63
<b>BENGKULU</b>			
1. TPA Kota Bengkulu	6.114,00	2.559,71	0,37
<b>SUMATERA SELATAN</b>			
1. TPA Suka Winantan	93.988,00	39.350,69	6,12
2. TPA Karya Jaya	93.988,00	39.350,69	6,12
<b>JAWA TENGAH</b>			
1. TPA Gunung Tugel	12.775	5.348,64	0,76
2. TPA Kaligending	14.876	6.228,11	0,89
3. TPA Semali	14.876	6.228,11	0,89
4. TPA Wonorejo	23.729	9.934,71	1,42
5. TPA Banyu Urip	24.090	10.086,00	1,44
6. TPA Winong	8.432	3.530,10	0,50
7. TPA Sukosari	36.500	15.281,82	2,18
8. TPA Ngembak	36.500	15.281,82	2,18
9. TPA Basirih	127.750	53.486,37	8,13
10. TPA Margorejo	10.950	4.584,55	0,65
11. TPA Tanjungrejo	66.000	27.632,88	3,94
12. TPA Kalikondang	18.250	7.640,91	1,09
13. TPA Kertosari (Ungaran)	41.063	17.192,05	2,45
14. TPA Jatisari	10.950	4.584,55	0,65
15. TPA Kalijurang	3.614	1.512,90	0,22
16. TPA Putri Cempo	94.900	39.732,74	6,17
17. TPA Jatibarang	255.500	106.972,75	16,76
<b>DI YOGYAKARTA</b>			
1. TPA Banyuroto	9.207,00	3.854,79	0,55
2. TPA Piyungan	182.500,00	76.409,11	11,90
3. TPA Wukisari	10.950,00	4.584,55	0,65
<b>JAWA TIMUR</b>			
1. TPA Mrican	28.470,00	11.919,82	1,70
2. TPA Segawe	4.563,00	1.910,23	0,27
3. TPA Besuk	23.908,00	10.009,59	1,43
4. TPA Kertosari	41.063,00	17.192,05	2,45
5. TPA Sukabumi	32.303,00	13.524,41	1,93
6. TPA Blandongan	17.520,00	7.335,27	1,05
7. TPA Jabon	79.570,00	33.314,37	5,25
8. TPA Kedundung	23.451,00	9.818,57	1,40
9. TPA Banjar Dowo	29.018,00	12.149,05	1,73
10. TPA Gunung Panggung	18.980,00	7.946,55	1,13
11. TPA Ngipik	60.955,00	25.520,64	3,64
12. TPA Pojok	52.560,00	22.005,82	3,14
13. TPA Sawetar	16.425,00	6.876,82	0,98

<b>Provinsi dan TPA</b>	<b>Kapasitas TPA Ton per Tahun</b>	<b>Efisiensi Sistem Pembangkitan (MWh)</b>	<b>Total Potensi Tekno-Eko (Mwe)</b>
14. TPA Supit Urang	219.000,00	91.690,93	14,08
15. TPA Winongo	36.500,00	15.281,82	2,18
16. TPA Benowo	474.500,00	198.663,68	30,85
17. TPA Ngaglik	38.599,00	16.160,53	2,31
18. TPA Buluh	16.863,00	7.060,20	1,01
19. TPA Gunung Maddah	5.658,00	2.368,68	0,34
20. TPA Torbang Batuan	17.104,00	7.161,06	1,02
<b>BALI</b>			
1. TPA Mandung	23.126,00	9.682,56	1,38
2. TPA Sante	19.272,00	8.068,80	1,15
3. TPA Linggasana	14.454,00	6.051,60	0,86
4. TPA Bungkulun	21.900,00	9.169,09	1,31
5. TPA Suwung	292.000,00	122.254,57	18,95
<b>NUSA TENGGARA BARAT</b>			
1. TPA Gapuk	35.393,00	14.818,33	2,11
2. TPA Oi Mbo	58.400,00	24.450,91	3,49
3. TPA Kebon Kongo	54.750,00	22.922,73	3,27
<b>NUSA TENGGARA TIMUR</b>			
1. TPA Alak	15.046,00	6.299,42	0,90
<b>SULAWESI UTARA</b>			
1. TPA Tewa'an	11.498,00	4.813,77	0,69
2. TPA Sumompo	55.206,00	23.113,75	3,30
<b>GORONTALO</b>			
1. TPA Pohe	16.973,00	7.106,05	1,01
<b>SULAWESI SELATAN</b>			
1. TPA Tamangapa	182.500,00	76.409,11	11,90
<b>PAPUA BARAT</b>			
1. TPA Sorong Makbon	10.494,00	4.393,52	0,63
<b>TOTAL NASIONAL</b>	<b>8.405.073,00</b>	<b>3.482.867,28</b>	<b>534,73</b>

## 2.6 Potensi Energi Surya

Secara geografis, Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah ekuator tepatnya berada pada 11° LS-6° LU dan 95° BT-141° BB. Indonesia memiliki iklim tropis yang hanya mempunyai 2 musim sepanjang tahunnya yaitu musim kering (kemarau) dan musim basah (hujan). Letak geografis Indonesia yang berada di ekuator menyebabkan Indonesia adalah salah satu daerah yang memiliki nilai surplus sinar matahari karena mendapat sinar matahari sepanjang tahun. Berbeda halnya dengan negara-negara di Benua Eropa yang mempunyai 4 musim. Hal ini disebabkan oleh perjalanan semu matahari yang seakan-akan bergerak ke utara dan selatan bumi membentuk lintasan *sinusoidal* (mempunyai puncak dan lembah) sehingga daerah ekuator mempunyai radiasi matahari rata-rata yang tinggi sepanjang tahun.

Dikarenakan Indonesia merupakan daerah surplus radiasi matahari, maka energi surya diyakini sangat potensial untuk dikembangkan. Dalam hal ini, energi surya merupakan alternatif energi terbarukan yang mampu menjadi salah satu solusi untuk menjadi pengganti energi fosil. Selain itu, energi surya juga adalah salah satu sumber energi bersih yang memberikan dampak negatif minimal bagi lingkungan. Diproyeksikan di masa yang akan

datang, energi surya akan menjadi salah satu energi yang dapat mengakomodir kebutuhan manusia dan paling banyak digunakan di banyak negara termasuk Indonesia.

Berdasarkan letak geografis yang strategis, hampir seluruh daerah di Indonesia berpotensi untuk dikembangkan PLTS dengan daya rata-rata mencapai 4 kWh/m<sup>2</sup>. Kawasan barat Indonesia memiliki distribusi penyinaran sekitar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi bulanan 10% sementara kawasan timur Indonesia berpotensi penyinaran sekitar 5,1 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Hal ini perlu dimanfaatkan dengan baik dengan percepatan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya di berbagai daerah yang berpotensi di seluruh kawasan Indonesia.

Pemanfaatan potensi energi surya dapat diterapkan dalam 2 teknologi. Teknologi pertama yaitu teknologi *photovoltaic (PV)*. *Photovoltaic* (Photo berarti cahaya, dan *voltaic* berarti tegangan) yaitu alat yang mengkonversi cahaya menjadi listrik. Sederhananya, proses pada PV menggunakan bahan semikonduktor yang dapat melepaskan elektron untuk membentuk dasar listrik. Kemudian PV tersebut dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan listrik, pompa air, televisi, telekomunikasi, dan lemari pendingin dengan kapasitas total  $\pm 6$  MW. Sementara teknologi kedua adalah teknologi energi surya termal yang pada umumnya digunakan untuk memasak (kompor surya), mengeringkan pertanian (perkebunan, perikanan, kehutanan, tanaman pangan) dan memanaskan air.

Saat ini, terdapat 2 jenis teknologi PV yang telah dikembangkan, yaitu PV dengan bahan kristalin/silikon (mono kristalin dan poli kristalin) dan *thin film*. Keduanya mempunyai karakteristik dan efisiensi tersendiri. Sel PV mempunyai paling tidak dua lapisan semi konduktor yang bermuatan negatif dan bermuatan positif. Ketika cahaya bersinar, perpindahan elektron terjadi sehingga menyebabkan listrik mengalir dan membangkitkan arus DC. Pada dasarnya, sistem PV tidak membutuhkan cahaya terang untuk beroperasi sehingga dalam kondisi mendung pun sistem ini tetap dapat beroperasi.

Secara ilmiah, ada beberapa jenis radiasi yang masuk ke permukaan bumi, yakni *direct irradiation* yaitu radiasi langsung tanpa melewati hambatan, *reflected irradiation* yaitu radiasi yang dipantulkan, *absorbed irradiation* yaitu radiasi yang diserap, *diffused irradiation* yaitu radiasi yang dibelokkan, *ground-reflected irradiation* yaitu radiasi yang dipantulkan oleh permukaan bumi (tanah) dan yang terakhir adalah *global irradiation* yaitu radiasi total yang diterima. Dalam prosesnya, respon panel surya mengubah energi foton (cahaya) menjadi daya listrik dengan menangkap *global irradiation*. Dalam pemanfaatan potensi energi surya ini, *global irradiation* sangat dipengaruhi oleh interaksi radiasi dari mulai eksosfer (atmosfer terluar) hingga troposfer (atmosfer terendah).

Pada awal proses penyinaran, matahari meradiasikan gelombang elektromagnetik ke segala arah. Sebagian besar energi hilang ke alam semesta, dan hanya sebagian kecil saja hanya dapat diterima bumi. Matahari memancarkan radiasi elektromagnetik yang diemisikan pada panjang gelombang yang sangat pendek dan biasanya dinyatakan dalam mikron ( $1 \mu\text{m} = 10^{-6}$  m). Daerah cahaya tampak terletak pada panjang gelombang 0,4  $\mu\text{m}$  untuk cahaya violet hingga 0,7  $\mu\text{m}$ . Radiasi dengan panjang gelombang lebih pendek dari 0,4  $\mu\text{m}$  disebut ultra violet dan radiasi dengan panjang gelombang lebih besar dari 0,7  $\mu\text{m}$  disebut radiasi inframerah. Radiasi matahari akan mengalami atenuasi yaitu berkurangnya intensitas radiasi karena adanya hamburan atau penyerapan oleh molekul debu dan partikel awan sehingga dalam penjarannya, hanya sebagian kecil saja dari radiasi matahari yang mencapai bumi.

Dalam penjarannya di atmosfer, ada proses absorpsi dalam udara oleh ozon, uap air, dan partikel debu. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ozon mengabsorpsi radiasi ultraviolet dengan panjang gelombang dibawah 0,3  $\mu\text{m}$ . Sedangkan di troposfer, CO<sub>2</sub> menyerap radiasi inframerah dengan panjang gelombang terutama pada 2,8  $\mu\text{m}$  hingga 4,3  $\mu\text{m}$ . Sinar matahari dalam penjarannya akan bertemu dengan benda yang berdimensi sangat kecil yang akan menyebabkan difusi (pemantulan, pembiasan, dan hamburan). Beberapa benda yang akan menyebabkan difusi antara lain molekuler dan aerosol.

Awan dapat mempengaruhi perilaku penjaran radiasi matahari di atmosfer. Tetes air atau kristal es yang terdapat pada awan mempunyai dimensi yang lebih besar daripada gelombang radiasi, dalam hal ini difusi awan secara praktis tidak bergantung pada panjang gelombang. Sebagian dari radiasi yang dihamburkan hilang ke alam semesta, dan radiasi lainnya di transmisikan sampai permukaan bumi. Diperkirakan bahwa 35% dari radiasi matahari yang diterima pada batas atas atmosfer dikembalikan ke ruang angkasa dalam bentuk gelombang pendek oleh hamburan dan pemantulan awan, partikel debu, molekul udara, dan permukaan bumi.

Komplikasi penjaran radiasi matahari di atmosfer menyebabkan efisiensi listrik yang dihasilkan masih berkisar antara 15-20%. Oleh karena itu, perkembangan teknologi PV masih terus dilakukan terutama oleh negara-negara maju seperti China. Hingga saat ini China, telah menerapkan PLTS di sebagian besar wilayahnya.

Selama ini, pengembangan listrik tenaga surya masih dikembangkan dalam skala kecil saja seperti untuk skala rumah tangga dengan menggunakan *Solar Home System* (SHS). Sedangkan, PLTS skala besar ditargetkan untuk lokasi yang sulit akses dan masih belum mendapatkan listrik (rasio elektrifikasi rendah). Berdasarkan data persebarannya, hampir seluruh PLTS di Indonesia terletak di Indonesia bagian Timur. Hal ini dikarenakan wilayah Indonesia bagian Timur secara meteorologis cenderung kering dan lebih panas.

Tabel **Error! No text of specified style in document.**-29 Tabel potensi energi surya per provinsi[8]

No.	Provinsi	Potensi	No.	Provinsi	Potensi
1	Kalimantan Barat	20.113	18	Sumatera Barat	5.898
2	Sumatera Selatan	17.233	19	Kalimantan Utara	4.643
3	Kalimantan timur	13.479	20	Sulawesi Tenggara	3.917
4	Sumatera Utara	11.851	21	Bengkulu	3.475
5	Jawa Timur	10.335	22	Maluku Utara	3.036
6	Nusa Tenggara Barat	9.931	23	Bangka Belitung	2.810
7	Jawa Barat	9.099	24	Banten	2.461
8	Jambi	8.847	25	Lampung	2.238

No.	Provinsi	Potensi	No.	Provinsi	Potensi
9	Jawa Tengah	8.753	26	Sulawesi Utara	2.113
10	Kalimantan Tengah	8.459	27	Papua	2.035
11	Aceh	7.881	28	Maluku	2.020
12	Kepulauan Riau	7.763	29	Sulawesi Barat	1.677
13	Sulawesi Selatan	7.588	30	Bali	1.254
14	Nusa Tenggara Timur	7.272	31	Gorontalo	1.218
15	Papua Barat	6.307	32	DI. Yogyakarta	996
16	Sulawesi Tengah	6.187	33	Riau	753
17	Kalimantan Selatan	6.031	34	DKI Jakarta	225
<b>Total</b>		<b>207.898</b>			

## 2.7. Potensi Energi Angin (Bayu)

Potensi energi angin sebenarnya sangat memadai dan melimpah di daerah pesisir, kapasitas yang dimanfaatkan dalam sistem konversi energi angin < 800 kW.

Berdasarkan kecepatan angin rata-rata di Indonesia, skala angin dibagi:

1. Skala kecil, lokasi dengan kecepatan angin rata-rata 1 - 2,5 m/s, daya yang dihasilkan antara 0 sampai 200 kWh/tahun. Kondisi angin tersebut kurang baik jika didayagunakan.
2. Skala menengah, lokasi dengan rata-rata kecepatan angin 2,5 - 4 m/s, daya yang dihasilkan antara 201 - 1000 kWh/tahun. Kondisi ini cukup baik sebagai skala kecil juga untuk keperluan pemompaan.
3. Skala besar, lokasi dengan rata-rata kecepatan angin 4,5 - 12 m/s, daya yang dihasilkan lebih dari 1000 kWh/tahun. Kondisi ini sangat memadai untuk dikembangkan manfaatnya baik untuk pembangkit listrik skala kecil ataupun besar.

Dalam pemanfaatan energi angin diperlukan informasi dan data yang akurat mengenai potensi energi angin aktual yang tersedia di lokasi pemasangan dan pemanfaatan sesuai kebutuhan. Kecepatan angin di dekat garis khatulistiwa sangat lemah karena angin bergerak dari atas ke bawah.

Potensi energi angin di Indonesia telah teridentifikasi di beberapa lokasi terutama di wilayah Sumatera, Jawa, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara dan Maluku. Beberapa pengembang telah mengusulkan pembangunan PLTB di beberapa lokasi seperti:

1. Sukabumi
2. Garut
3. Banten
4. Sidrap
5. Tanah Laut
6. Kupang

7. Soe-Oelbubuk
8. Ambon
9. Nusa Saumlaki
10. Keikecil
11. Toban
12. Jeneponto.

Beberapa potensi ini telah dan akan dikembangkan seperti di Sidrap, Jeneponto dan Tanah Laut, sedangkan lokasi lainnya masih membutuhkan kajian lebih lanjut. Salah satu hal yang perlu dicermati dalam masuknya PLTB ke sistem adalah stabilitas sistem menerima masuknya unit PLTB.

PLTB yang merupakan pembangkit dengan sumber energi intermitten, menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang fluktuatif. Dalam pengoperasiannya, dibutuhkan pembangkit cadangan sebagai pembangkit pendukung untuk mengantisipasi ketika terjadi penurunan kecepatan angin dibawah batasan desain turbin. Sehingga, untuk setiap daerah dengan karakter sistem berbeda, dibutuhkan kajian yang berbeda juga untuk menilai kelayakan proyek PLTB, terutama skala besar.

Berikut ini potensi energi Angin di Indonesia

Tabel Error! No text of specified style in document.-25 Tabel potensi tenaga angin per provinsi [11]

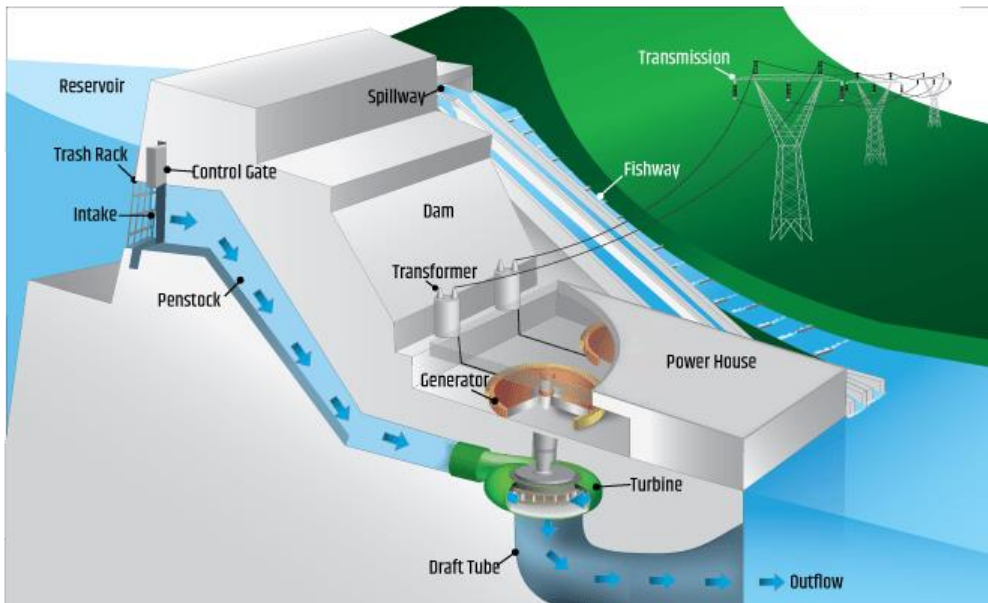
No.	Provinsi	Potensi	No.	Provinsi	Potensi
1	Nusa Tenggara Timur	10.188	18	Kepulauan Riau	922
2	Jawa Timur	7.907	19	Sulawesi Tengah	908
3	Jawa Barat	7.036	20	Aceh	894
4	Jawa Tengah	5.213	21	Kalimantan Tengah	681
5	Sulawesi Selatan	4.193	22	Kalimantan Barat	554
6	Maluku	3.188	23	Sulawesi Barat	514
7	Nusa Tenggara Barat	2.605	24	Maluku Utara	504
8	Bangka Belitung	1.787	25	Papua Barat	437
9	Banten	1.753	26	Sumatera Barat	428
10	Bengkulu	1.513	28	Sumatera Utara	356
11	Sulawesi Tenggara	1.414	29	Sumatera Selatan	301
12	Papua	1.411	30	Kalimantan timur	212
13	Sulawesi Utara	1.214	31	Gorontalo	137
14	Lampung	1.137	27	Kalimantan Utara	73
15	DI. Yogyakarta	1.079	32	Jambi	37
16	Bali	1.019	33	Riau	22
17	Kalimantan Selatan	1.006	34	DKI Jakarta	4
<b>Total</b>					<b>60.647</b>



# 3 ASPEK TEKNOLOGI PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS EBT

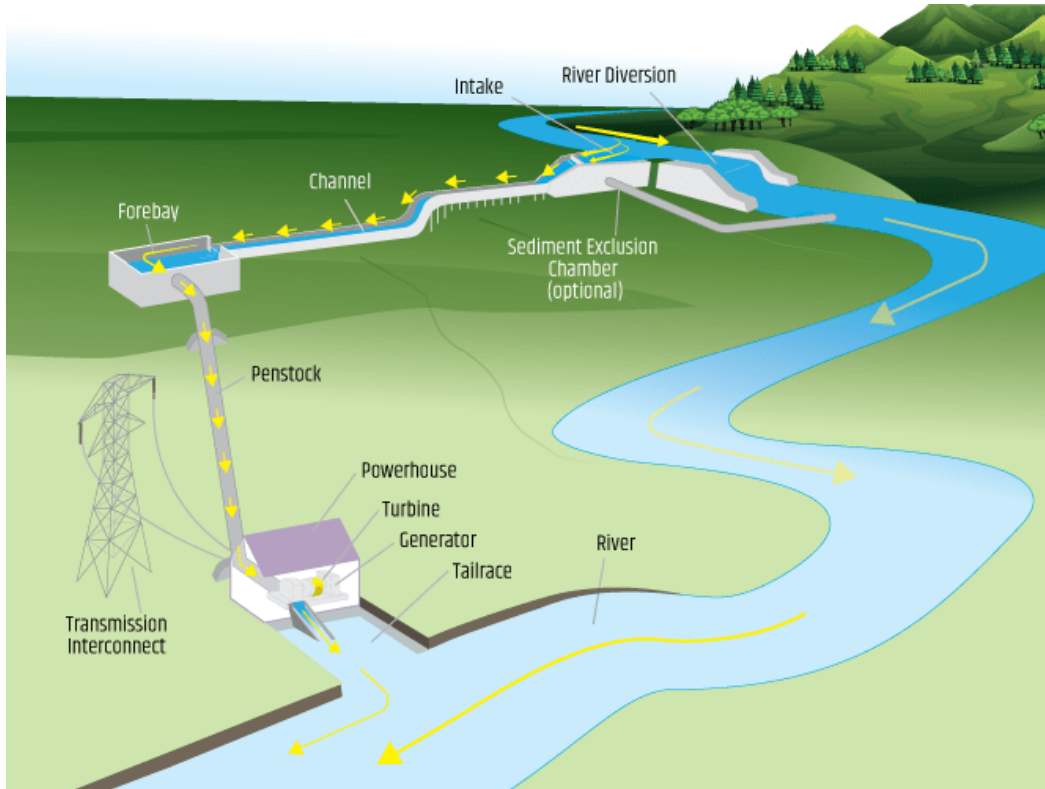
## 3.1. Teknologi Pembangkit Listrik Berbasis Hydro

Jenis pembangkit listrik tenaga air yang paling umum adalah fasilitas impoundment. Fasilitas penampungan, biasanya sistem pembangkit listrik tenaga air yang besar, menggunakan bendungan untuk menyimpan air sungai di waduk. Air yang dikeluarkan dari reservoir mengalir melalui turbin, memutarinya, yang pada gilirannya mengaktifkan generator untuk menghasilkan listrik. Air dapat dilepaskan untuk memenuhi kebutuhan listrik yang berubah-ubah atau kebutuhan lain, seperti pengendalian banjir, rekreasi, jalur ikan, dan kebutuhan lingkungan dan kualitas air lainnya.



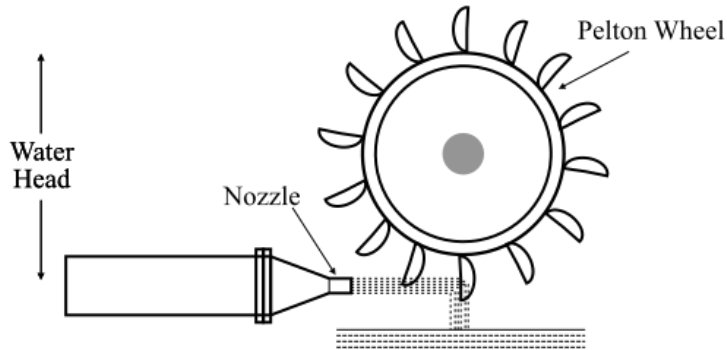
Gambar 3.1 Skema pembangkit listrik tenaga air jenis dam (reservoir) [12]

Pengalihan, terkadang disebut fasilitas “run-of-river”, menyalurkan sebagian sungai melalui kanal dan/atau penstock untuk memanfaatkan penurunan alami elevasi dasar sungai untuk menghasilkan energi. Penstock adalah saluran tertutup yang menyalurkan aliran air ke turbin dengan aliran air yang diatur oleh gerbang, katup, dan turbin. Pengalihan mungkin tidak memerlukan penggunaan bendungan.



Gambar 3.2 Skema pembangkit listrik tenaga air jenis run of river [12]

Komponen utama yang mempengaruhi performance pembangkit adalah turbin. Pada pembangkit listrik tenaga air, alat yang digunakan untuk mengubah energi jatuhan air menjadi energi mekanik disebut turbin air. Ada dua jenis turbin air yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga air yaitu turbin impuls dan turbin reaksi. Dalam turbin impuls, seluruh tekanan air diubah menjadi energi kinetik dalam nosel dan kecepatan pancaran air menggerakkan roda turbin. Turbin impuls digunakan untuk head tinggi. Roda pelton adalah contoh dari turbin impuls. Ini terdiri dari roda yang dilengkapi dengan ember elips di sepanjang pinggirannya. Kekuatan pancaran air yang membentur ember pada roda menggerakkan turbin. Kuantitas semburan air yang jatuh pada turbin dikendalikan oleh jarum yang ditempatkan di ujung nosel dan pergerakan jarum dikendalikan oleh pengatur.

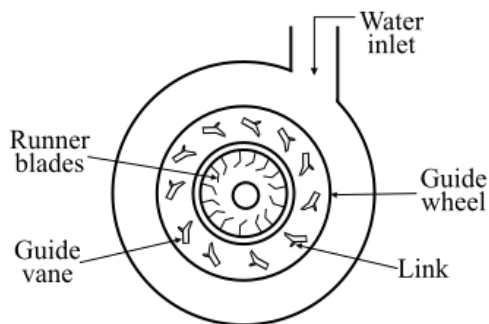


Gambar 3.3 Skema turbin air jenis impulse

Ketika beban pada turbin berkurang, pengatur mendorong jarum ke dalam nosel dan karenanya mengurangi jumlah air yang mengenai ember. Di sisi lain, ketika beban dinaikkan, pengatur menarik keluar jarum dari nosel, sehingga meningkatkan jumlah air yang menumbuk ember.

Dalam turbin reaksi, air memasuki runner sebagian dengan head kecepatan dan sebagian lagi dengan energi tekanan. Turbin air reaksi terutama digunakan untuk head sedang dan rendah.

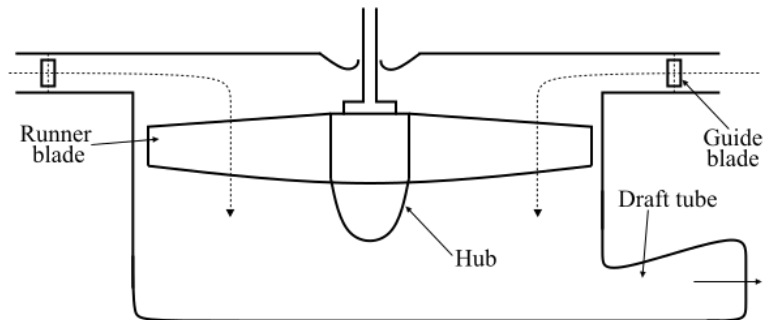
Turbin reaksi juga diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu turbin kaplan dan turbin Francis. Turbin Francis digunakan untuk head air rendah hingga sedang. Turbin Francis terdiri dari cincin luar sudu-sudu pemandu stasioner yang dipasang pada casing turbin dan cincin dalam sudu-sudu bergerak yang membentuk runner. Bilah pemandu digunakan untuk mengontrol aliran air ke turbin. Pada turbin Francis, air mengalir secara radial ke dalam dan berubah ke arah bawah saat melewati runner. Ketika air melewati sudu-sudu pelari yang berputar, kecepatan dan tekanan air berkurang. Akibatnya, gaya reaksi dihasilkan yang menggerakkan turbin.. Gambar 3.4 menunjukkan prinsip turbin air jenis reaksi yang disebut dengan turbin Francis.



Gambar 3.4 Skema turbin Francis

Turbin Kaplan digunakan untuk head rendah dan air dalam jumlah besar. Runner turbin Kaplan menerima air secara aksial, bukan secara radial. Dalam turbin Kaplan, air mengalir secara radial ke dalam melalui gerbang pengatur di sekeliling sisi dan kemudian, mengubah

arah di runner menjadi aliran aksial. Akibatnya, gaya reaksi dihasilkan yang menggerakkan turbin. Skema turbin Kaplan dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut ini.



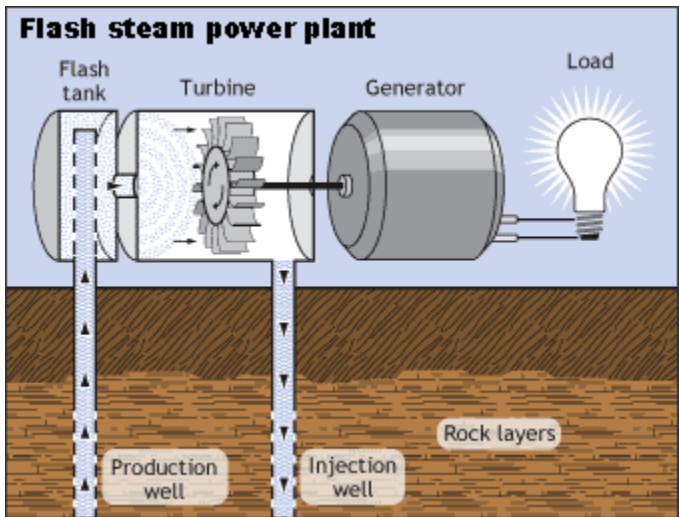
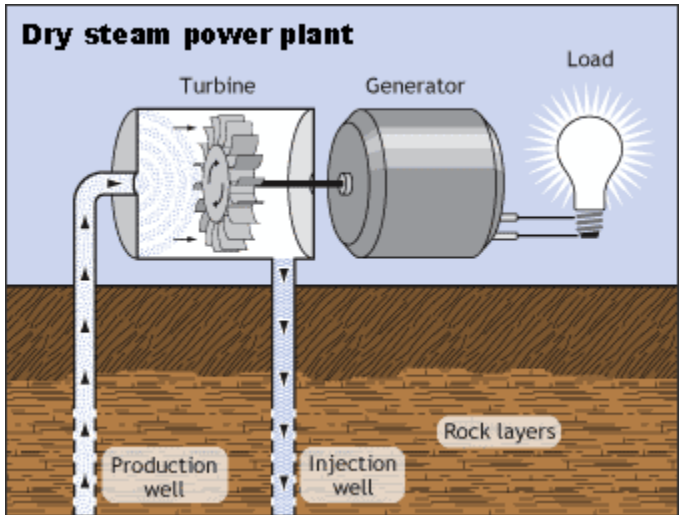
Gambar 3.5 Skema turbin Kaplan

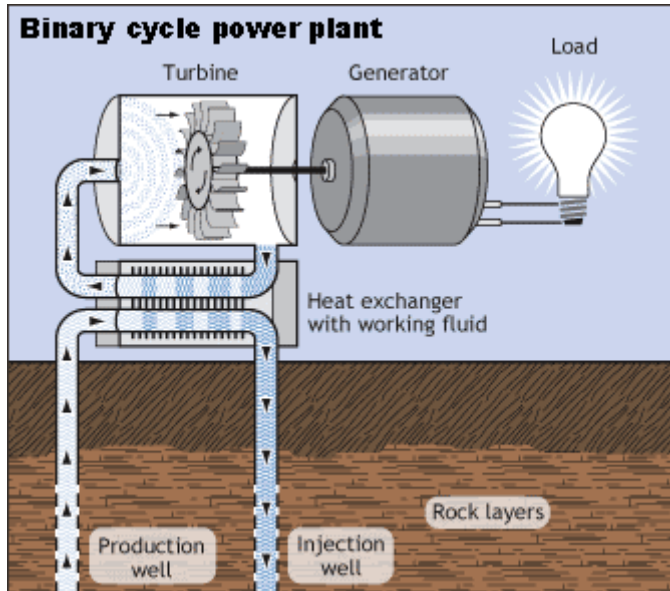
### 3.2 Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Pembangkit listrik panas bumi menggunakan sumber daya hidrotermal yang memiliki air (hidro) dan panas (termal). Pembangkit listrik panas bumi memerlukan sumber daya hidrotermal bersuhu tinggi—300 derajat Fahrenheit (°F) hingga 700°F—yang berasal dari sumur uap kering atau dari sumur air panas. Kami menggunakan sumber daya ini dengan mengebor sumur ke dalam bumi dan kemudian menyalurkan uap atau air panas ke permukaan. Air panas atau uap menggerakkan turbin yang menghasilkan listrik. Beberapa sumur panas bumi sedalam 2 mil. Ada tiga tipe dasar pembangkit listrik tenaga panas bumi:

- Pembangkit uap kering menggunakan uap langsung dari reservoir panas bumi untuk memutar turbin generator. Pembangkit listrik panas bumi pertama dibangun pada tahun 1904 di Tuscany, Italia, di mana uap alami menyembur dari bumi.
- Flash steam plant mengambil air panas bertekanan tinggi dari dalam bumi dan mengubahnya menjadi uap yang menggerakkan turbin generator. Saat uap mendingin, ia mengembun menjadi air dan disuntikkan kembali ke tanah untuk digunakan kembali. Sebagian besar pembangkit listrik tenaga panas bumi merupakan pembangkit flash steam.
- Pembangkit listrik siklus biner mentransfer panas dari air panas geotermal ke cairan lain. Panas menyebabkan cairan kedua berubah menjadi uap, dan uap menggerakkan turbin generator.

Skema sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi dapat dilihat pada Gambar 3.6





Gambar 3.6 Skema pembangkit listrik tenaga panas bumi [13]

### 3.3 Teknologi Pembangkit Listrik tenaga Surya

#### 3.3.1 Solar Thermal

Pembangkit listrik tenaga panas matahari adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi dari matahari untuk memanaskan cairan ke suhu tinggi. Cairan ini kemudian memindahkan panasnya ke air, yang kemudian menjadi uap super panas. Uap ini kemudian digunakan untuk memutar turbin di pembangkit listrik, dan energi mekanik ini diubah menjadi listrik oleh generator. Jenis pembangkitan ini pada dasarnya sama dengan pembangkitan listrik yang menggunakan bahan bakar fosil, melainkan memanaskan uap menggunakan sinar matahari sebagai pengganti pembakaran bahan bakar fosil. Sistem ini menggunakan kolektor surya untuk memusatkan sinar matahari pada satu titik untuk mencapai suhu tinggi yang sesuai.

Ada dua jenis sistem untuk mengumpulkan radiasi matahari dan menyimpannya: sistem pasif dan sistem aktif. Pembangkit listrik tenaga panas matahari dianggap sebagai sistem aktif. Pembangkit ini dirancang untuk beroperasi hanya dengan menggunakan energi matahari, tetapi sebagian besar pembangkit dapat menggunakan pembakaran bahan bakar fosil untuk menambah output bila diperlukan. Ada beberapa jenis pembangkit solar thermal.

#### Parabolic trough

Parabolic trough juga dikenal sebagai pengumpul fokus garis, terdiri dari reflektor berbentuk parabola panjang yang memusatkan sinar matahari pada pipa yang mengalir di palung. Kolektor terkadang menggunakan sistem pelacakan surya sumbu tunggal untuk melacak Matahari melintasi langit saat bergerak dari timur ke barat untuk memastikan selalu ada insiden energi matahari maksimum di cermin. Pipa penerima di tengah dapat mencapai suhu di atas 400°C karena palung memfokuskan Matahari pada 30-100 kali intensitas normalnya. Palung ini berbaris dalam barisan di lapangan surya. Cairan perpindahan panas dipanaskan saat dijalankan melalui pipa di palung parabola. Cairan ini kemudian kembali ke penukar panas di lokasi sentral di mana panas dipindahkan ke air, menghasilkan uap super panas bertekanan tinggi. Uap ini kemudian menggerakkan turbin untuk menggerakkan generator dan

menghasilkan listrik. Fluida perpindahan panas kemudian didinginkan dan mengalir kembali melalui medan matahari.

#### Parabolic Dishes

Parabolic dishes adalah piringan parabola besar yang menggunakan motor untuk melacak Matahari. Hal ini memastikan bahwa mereka selalu menerima jumlah radiasi matahari masuk setinggi mungkin yang kemudian mereka konsentrasikan pada titik fokus piringan. Piringan ini dapat memusatkan sinar matahari jauh lebih baik daripada palung parabola dan cairan yang melewatinya dapat mencapai suhu di atas 750°C.

Dalam sistem ini, mesin Stirling mengubah panas menjadi energi mekanik dengan mengompresi fluida kerja saat dingin dan membiarkan fluida yang dipanaskan mengembang keluar dalam piston atau bergerak melalui turbin. Generator kemudian mengubah energi mekanik ini menjadi listrik.

#### Solar Tower

Solar tower adalah menara besar yang bertindak sebagai pusat penerima energi matahari. Mereka berdiri di tengah deretan besar cermin yang semuanya memusatkan sinar matahari pada satu titik di menara. Sejumlah besar cermin pelacak matahari datar ini dikenal sebagai heliostat. Di menara, ada penukar panas terpasang di mana cairan penukar panas dihangatkan. Panas yang terkonsentrasi pada titik ini bisa 1500 kali lebih kuat dari sinar matahari yang datang. Cairan panas kemudian digunakan untuk membuat uap untuk menjalankan turbin dan generator, menghasilkan listrik. Satu kelemahan dari menara ini adalah mereka harus sangat besar agar ekonomis.

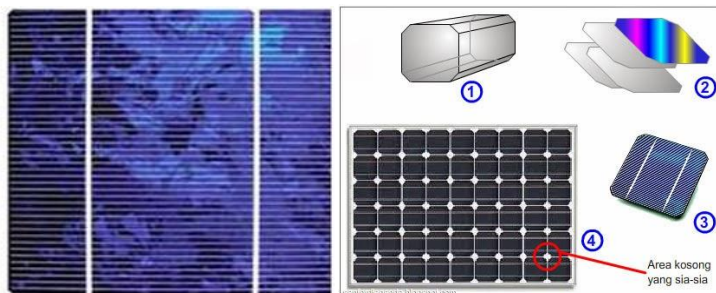
### 3.3.2 Photovoltaics

*Photovoltaics* (PV), merupakan teknologi dimana cahaya diubah menjadi tenaga listrik. Dikenal sebagai metode untuk membangkitkan tenaga matahari dengan menggunakan solar sel dalam modul. Listrik terhubung dalam jumlah yang banyak sebagai *solar photovoltaics arrays* untuk mengubah energi matahari menjadi listrik. Solar sel menghasilkan arus langsung listrik dari cahaya, yang bisa digunakan untuk memberi tenaga peralatan atau untuk mengisi baterai kembali.

Dibawah ini ada beberapa jenis sel surya, beberapa diantaranya:

#### 1. Mono-Crystalline

Terbuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk bujur. Mono-crystalline dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 17-18%.



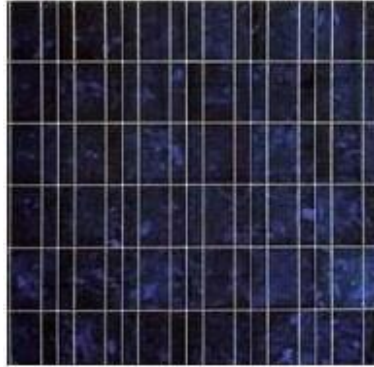
Keterangan gambar:

1. Batangan kristal silikon murni
2. Irisan kristal silikon yang sangat tipis
3. Sebuah sel surya monocrystalline yang sudah jadi
4. Sebuah panel surya monocrystalline yang berisi susunan sel surya monocrystalline

Gambar 3.7 Modul Monocrystalline [14]

## 2. Poly-crystalline/multy-crystalline

Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul di atas lapisan silikon. Sel ini kurang efektif dibandingkan dengan sel poly-crystalline (efektifitas 16%), tetap biaya lebih murah.



Gambar 3.8 Modul *Polycrystalline* [14]

## 3. Gallium Arsenide

Sel surya III-IV semikonduktor yang sangat efisien sekitar 13 %

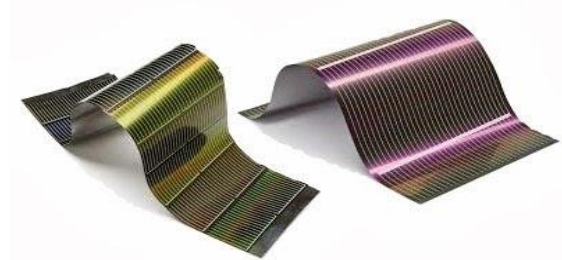
## 4. Sel Surya silikon terpadu “*Thin Film*”:

a. *Amorphous* silikon

Sebagai pengganti *tinted glass* yang semi transparan.

b. *Thin Film Silikon*

Dibuat dari *thin-crystalline* atau *poly-crystalline* pada bahan metal yang cukup murah cladding sistem)



Gambar 3.9 *Thin Film* [14]

Pertimbangan dalam memilih menggunakan jenis cell dapat berdasarkan pertimbangan efisiensi, daya tahan, biaya dan faktor lain. Tabel berikut ini menjelaskan nilai positif dan negatif dari setiap material cell.



**Tabel 3-26 Tabel Perbandingan Modul Surya**

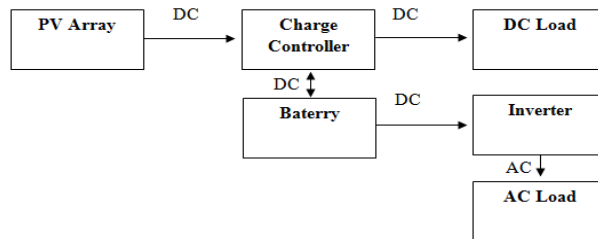
	Efisiensi Perubahan Daya	Daya Tahan	Biaya	Keterangan	Penggunaan
<b>Mono</b>	Sangat Baik	Sangat Baik	Baik	Kegunaan Pemakaian Luas	Sehari-hari
<b>Poly</b>	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Cocok untuk Produksi masal di masa depan	Sehari-hari
<b>Amorphous</b>	Cukup Baik	Cukup Baik	Baik	Bekerja baik dalam pencahayaan fluorescent	Sehari-hari & Perangkat Komersial (Kalkulator)
<b>Coumpound (GAS)</b>	Sangat Baik	Sangat Baik	Cukup Baik	Berat & Rapuh	Pemakaian di Luar Angkasa

Berdasarkan kapasitasnya, System PLTS dapat digunakan mulai dari kapasitas yang kecil (puluhan watt) sampai dengan puluhan Mega Watt. Sedangkan dilihat dari segi keragaman sumber energinya, system PLTS dapat digunakan secara *Stand Alone* (hanya menggunakan PLTS sebagai satu-satunya pembangkit listrik), atau *Hybrid* (PLTS di gabung dengan pembangkit listrik lainnya seperti genset, mikrohydro, tenaga angin dll), atau bahkan disambungkan dengan jaringan PLN (*Grid Connected*).

**Off Grid System**

Merupakan sistem pembangkit listrik alternatif untuk daerah-daerah terpencil/pedesaan yang tidak terjangkau oleh jaringan PLN.

*Off Grid System* disebut juga *Stand-Alone PV system* yaitu sistem pembangkit listrik yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian photovoltaic modul untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan.

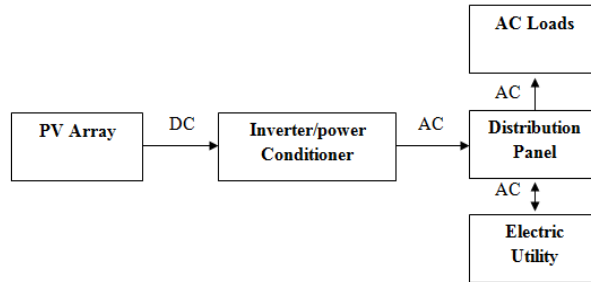


Gambar 3.10 Off Grid System

**On Grid /Grid Tie System**

Sistem ini menggunakan solar panel (*panel photovoltaic*) untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Dengan adanya sistem ini akan mengurangi tagihan listrik rumah tangga, dan memberikan nilai tambah pada pemiliknya.

Rangkaian sistem ini akan tetap berhubungan dengan jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi dari panel surya untuk menghasilkan energi listrik semaksimal mungkin.



Gambar 3.11 *On Grid System*

### Hybrid System

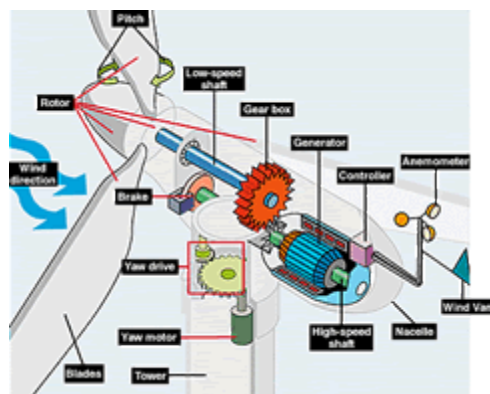
*Hybrid System* Adalah penggunaan 2 sistem atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda. Umumnya sistem pembangkit yang banyak digunakan untuk hybrid adalah genset, PLTS, mikrohydro, tenaga angin.

Sistem ini merupakan salah satu alternatif sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan pada daerah-daerah yang sukar dijangkau oleh sistem pembangkit besar seperti jaringan PLN atau Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD).

Sistem hybrid ini memanfaatkan *renewable energy* sebagai sumber utama (primer) yang dikombinasikan dengan genset atau lainnya sebagai sumber energi cadangan (sekunder).

### 3.4 Teknologi Konversi energi Angin

Turbin angin menggunakan bilah untuk mengumpulkan energi kinetik angin. Angin mengalir di atas baling-baling menciptakan daya angkat (mirip dengan efek pada sayap pesawat), yang menyebabkan baling-baling berputar. Pisau terhubung ke poros penggerak yang memutar generator listrik, yang menghasilkan (menghasilkan) listrik.



Gambar 3.12 Skema sistem pembangkit listrik tenaga angin [16]

# 4 ANALISA POTENSI PASAR PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS EBT

## 4.1 Target Bauran Energi Baru Terbarukan

Pemanfaatan energi baru terbarukan yang dikaji dalam laporan ini adalah pemanfaatannya menjadi tenaga listrik. Pada dasarnya tenaga listrik yang dihasilkan dari pembangkit EBT akan dimanfaatkan masyarakat melalui PLN. Sehingga market atau pasar terbesar adalah PLN. Oleh karena itu Analisa pasar atau market berkaitan dengan kebijakan pemerintah melalui PLN sebagai pemasok listrik ke segenap masyarakat, walaupun ada potensi pasar selain PLN tetapi besarnya kecil.

Sebagaimana diketahui bahwa dalam Undang-undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan ditetapkan bahwa sumber energi primer yang terdapat di dalam negeri dan/atau berasal dari luar negeri harus dimanfaatkan secara optimal sesuai dengan kebijakan energi nasional untuk menjamin penyediaan tenaga listrik yang berkelanjutan, dan selanjutnya ditetapkan juga bahwa dalam pemanfaatan tersebut diutamakan sumber energi baru dan terbarukan.

Kebijakan tersebut diatas sejalan ketentuan dalam Undang-undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi bahwa energi dikelola berdasarkan asas kemanfaatan, rasionalitas, efisiensi, berkeadilan, peningkatan nilai tambah, keberlanjutan, kesejahteraan masyarakat, pelestarian fungsi lingkungan hidup, ketahanan nasional, dan keterpaduan dengan mengutamakan kemampuan nasional.

Menurut Undang-undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi, yang dimaksud dengan energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber energi terbarukan, yaitu sumbu energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan air, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut.

Peraturan pemerintah no 79/2014 tentang Kebijakan Energi Nasional serta Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik, PLN merencanakan pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) yang meliputi pengembangan panas bumi yang sangat besar, pembangkit tenaga air skala besar, menengah dan kecil, pembangkit tenaga angin (PLTB) skala besar dan kecil serta EBT skala kecil tersebar berupa PLTS, biomassa, biofuel, biogas dan gasifikasi batubara (energi baru). PLN juga mendorong penelitian dan pengembangan EBT lain seperti *thermal solar power*, arus laut, OTEC (*ocean thermal energy conversion*) dan *fuel cell*.

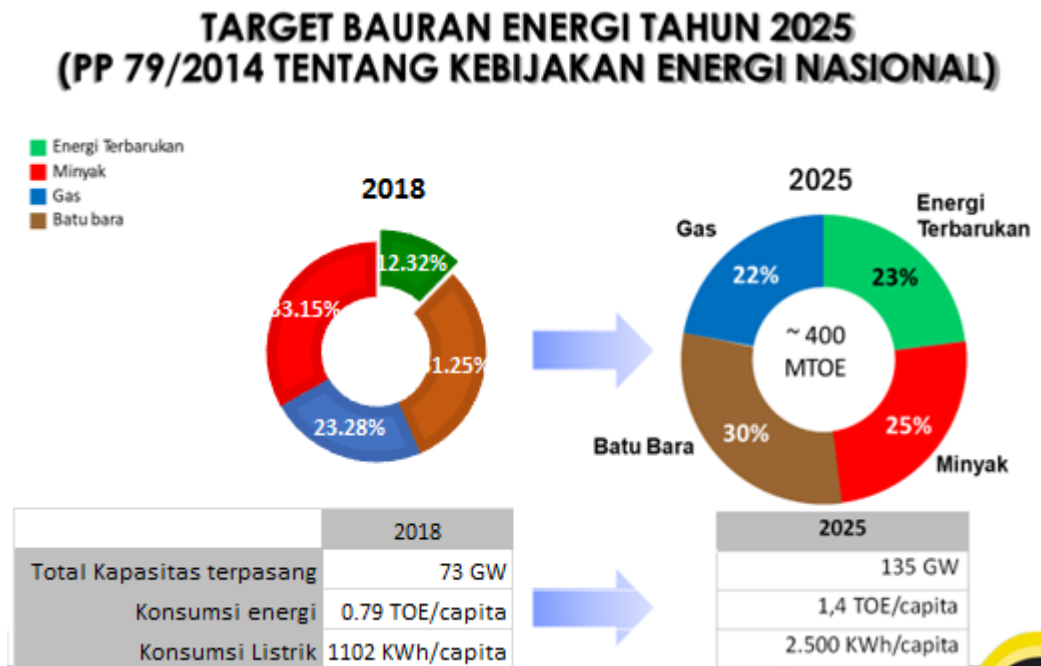
Kebijakan Energi Nasional mempunyai sasaran bauran energi yang optimal sebagai berikut:

- Pada tahun 2025 peran energi baru dan energi terbarukan paling sedikit 23% sepanjang keekonomiannya terpenuhi, minyak bumi kurang dari 25%, batubara minimal 30%, dan gas bumi minimal 22%.

- Pada tahun 2050 peran energi baru dan energi terbarukan paling sedikit 31 % sepanjang keekonomiannya terpenuhi, minyak bumi kurang dari 20%, batubara minimal 25%, dan gas bumi minimal 24%.

Sehubungan dengan hal tersebut, dalam Draft RUKN 2018-2037 disebutkan bahwa untuk mendukung target porsi energi baru dan energi terbarukan tersebut, diharapkan bauran energi baru dan energi terbarukan dalam pembangkitan tenaga listrik dalam hal ini dilakukan oleh PLN dan swasta pada tahun 2025 baik untuk wilayah usaha PT PLN (Persero) maupun Wilayah Usaha lainnya dapat lebih tinggi dari 23%. Sementara itu porsi gas sekitar 22%, BBM paling besar 0,4%, dan sisanya batubara paling besar 54,6%. Untuk pencapaian target porsi pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan tersebut diperlukan regulasi dan insentif yang lebih menarik. Selain itu untuk mendukung peningkatan bauran energi baru dan energi terbarukan, terutama yang bersifat intermittent (*variable renewable energy*), pengembangan flexible thermal power plant dapat menjadi pertimbangan.

Gambar berikut merupakan ilustrasi target pemanfaatan energi baru terbarukan berdasarkan peraturan pemerintah no 79 tahun 2014.



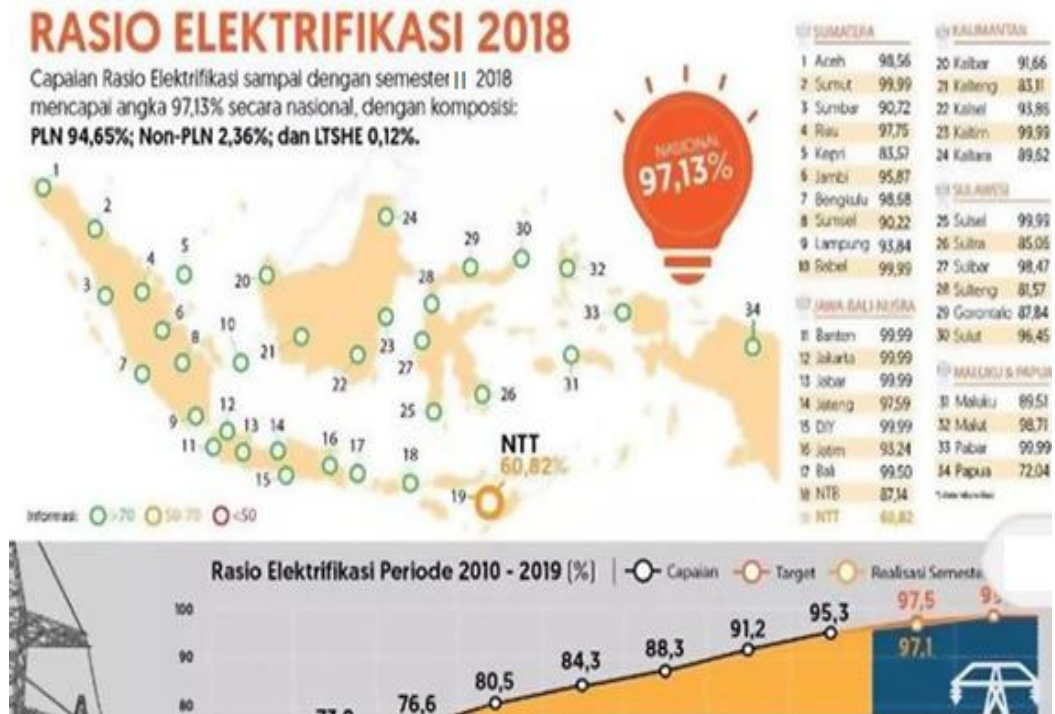
Gambar Error! No text of specified style in document..2 Target bauran energi mix tahun 2025 [2]

Dari gambar tersebut terlihat jelas bahwa masih ada gap yang cukup besar untuk mencapai target bauran energi 23 % energi baru terbarukan di tahun 2025. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa potensi pasar untuk pemanfaatan energi baru terbarukan masih sangat besar.

### ***Kebijakan Mengejar Rasio Elektrifikasi 100% di tahun 2020***

Kebijakan yang diambil oleh Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan (Ditjen Gatrik) dan PLN dalam pembangunan listrik desa adalah untuk menunjang pencapaian rasio elektrifikasi 100% di tahun 2020. Rencana pengembangan listrik perdesaan telah disusun dalam Roadmap Listrik Desa PLN yang telah selesai disusun oleh unit untuk masing-masing provinsi.

Gambar berikut merupakan ilustrasi rasio elektrifikasi saat ini untuk menunjang rasio elektrifikasi 100 % di tahun 2020.



Gambar Error! No text of specified style in document..3 Rasio elektrifikasi seluruh Indonesia [3]

Dari data pada gambar di atas dapat disimpulkan bahwa masih banyak daerah-daerah yang mempunyai rasio elektrifikasi yang rendah. Daerah-daerah tersebut meliputi Papua, Maluku, Kepulauan Riau, Kalimantan Utara, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Sumatera barat, NTT dan NTB. Rendahnya rasio elektrifikasi tersebut pada umumnya disebabkan oleh ketiadaan jaringan distribusi PLN karena lokasinya jauh dari sumber pembangkit atau sulit dijangkau system transmisi.

Salah satu solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan pembangunan pembangkit listrik yang terencana di setiap lokasi melalui program listrik pedesaan. Program listrik pedesaan paling efektif menggunakan sumber energi baru terbarukan seperti PLTS dan atau PLTMH.

Penyusunan program listrik pedesaan memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- Melistriki desa baru belum berlistrik maupun desa lama yang sebagian dari dusunnya belum berlistrik.
- Perluasan jaringan distribusi dari sistem tenaga listrik eksisting yang berdekatan disertai dengan penambahan kapasitas pembangkit yang diperlukan sistem tersebut.

- Pembangunan pembangkit skala kecil baik EBT maupun pembangkit lainnya termasuk PLTS Komunal, Tower PV dan Solar Home System serta jaringan distribusi yang diperlukan, untuk melistriki desa terisolasi yang terletak jauh dari desa berlistrik eksisting.
- Membuka kemungkinan hybrid PLTS dan hybrid PLTB dengan grid PLN.
- Pengembangan pembangkit BBM untuk desa-desa yang relatif lebih berkembang namun belum memungkinkan untuk disambung dari ekspansi grid sistem terdekat, juga belum memungkinkan pengembangan pembangkit EBT setempat dalam waktu dekat.
- Pembangunan jalur keluar jaringan distribusi untuk mendukung evakuasi daya dari proyek GI Baru atau Extension Trafo GI.

PLN berkomitmen mencapai rasio elektrifikasi 100% di tahun 2020, baik oleh PLN sendiri maupun melalui kerjasama dengan Pemerintah, dalam hal ini Kementerian ESDM. Untuk itu, selain melistriki desa melalui prom listrik desa PLN, dilaksanakan juga program Pra-ekonomisasi dengan menggunakan lampu tenaga surya hemat energi (LTSHE) bagi desa-desa yang dalam dua sampai tiga tahun kedepan masih sangat sulit untuk dilistriki. Program ini merupakan bridging program dari Kementerian ESDM di daerah-daerah yang sangat sulit dijangkau PLN, sebelum nantinya dilistriki oleh PLN.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, pemanfaatan sumber daya energi nasional yang diarahkan untuk ketenagalistrikan adalah sebagai berikut:

- Sumber energi terbarukan dari jenis energi aliran dan terjunan air.
- Energi panas bumi (termasuk skala kecil/modular)
- Energi gerakan.
- Perbedaan suhu lapisan laut.
- Energi angin
- Energi sinar matahari.
- Biomassa.
- Sampah.

Sementara itu pemanfaatan minyak bumi hanya untuk transportasi dan komersial yang belum bisa digantikan dengan energi atau sumber energi lainnya. Sedangkan bahan bakar nabati diarahkan untuk menggantikan bahan bakar minyak terutama untuk transportasi dan industri. Pemerintah mendorong pemanfaatan *biodiesel* untuk bahan bakar PLTD existing, secara bertahap diberlakukan penggantian menggunakan Bahan Bakar Nabati untuk pembangkit tenaga listrik. Penggunaan BBM untuk pembangkit harus diminimalkan dan terus dibatasi penggunaannya, kecuali untuk menjaga keandalan sistem, dan mengatasi daerah krisis penyediaan tenaga listrik jangka pendek atau daerah-daerah yang tidak memiliki sumber energi lain.

Untuk mewujudkan hal di atas diperlukan inisiatif strategis dalam rangka menjamin kecukupan pasokan dan meningkatkan bauran energi dari pembangkit Energi Baru dan Terbarukan (EBT) di masa depan dengan harga energi listrik dari pembangkit EBT yang optimal.

Selanjutnya inisiatif strategis dalam upaya meningkatkan bauran energi dengan mengoptimalkan pemanfaatan EBT sebagai berikut:

1. Mengembangkan pembangkit EBT dengan tetap memperhatikan *supply-demand*, kesiapan sistem tenaga listrik dan keekonomian.

2. Memanfaatkan sumber energi terbarukan baik dari jenis energi aliran dan terjunan air, energi panas bumi (termasuk skala kecil/modular), biofuel, energi angin, energi sinar matahari, biomassa, sampah dan lain-lain serta mendukung upaya RE-BID (*Renewable Energy Based on Industrial Developmen*).
3. Mengembangkan microgrid dengan menerapkan *scattered/ centered PV, wind generation*, atau *pico-hidro* untuk daerah-daerah *isolated*/komunitas terpencil yang jauh dari grid pada daerah tertinggal, dan pulau-pulau terluar lainnya sesuai dengan potensi energi yang tersedia.
4. Mempersiapkan *knowledge, talent* dan skema bisnis yang memadai untuk katalisasi implementasi teknologi *Concentrated Solar Panel (CSP)* atau *floating solar panel, wind power generation* dan *biomass-based power generation*, serta pengembangan pembangkit berbasis *waste material*.
5. Memprioritaskan pengembangan PLTS hybrid dengan PLTD untuk daerah dengan jam nyala rendah (di bawah 12 jam/hari), umumnya di Indonesia Timur.
6. Mendorong penggunaan biofuel pada pembangkit-pembangkit berbasis BBM untuk mengurangi penggunaan *High Speed Diesel (HSD)* secara signifikan dengan tetap mempertimbangkan optimalisasi biaya pokok pembangkitan.
7. Mengganti PLTD skala kecil dan sudah tua dengan mesin diesel menggunakan bahan bakar B 100 (CPO) dalam rangka mewujudkan ketahanan energi dengan penggunaan kekayaan alam yang melimpah di Indonesia.

Dari uraian kebijakan pemerintah melalui PLN tersebut dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan energi baru terbarukan sangat potensial untuk dikembangkan.

#### **Partisipasi Pengembang Pembangkit Listrik (IPP)**

Partisipasi listrik swasta dalam bidang ketenagalistrikan masih sangat diperlukan dalam selama 10 tahun mendatang. Permasalahan dalam pengembangan listrik swasta adalah mundurnya *financial close, government guarantee*, pembebasan lahan dan lain sebagainya. Oleh karena itu dalam pengembangan listrik swasta dibutuhkan proses pengadaan yang dapat mendapatkan pengembang yang betul-betul mampu melaksanakan proyek dengan baik. Secara umum porsi pengembangan listrik swasta terbuka lebar bersama-sama dengan PLN dalam pengembangan ketenagalistrikan di Indonesia.

Mengacu pada Peraturan Menteri ESDM Nomor 10 Tahun 2017 tentang Pokok-Pokok dalam Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik yang telah diubah dengan Peraturan Menteri ESDM Nomor 49 Tahun 2017, apabila IPP terlambat COD maka akan dikenakan penalti, dan IPP dapat COD lebih cepat sesuai permintaan PLN maka IPP tersebut dapat memperoleh insentif.

#### **Program Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha dalam Penyediaan Infrastruktur Ketenagalistrikan.**

Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2015, pembangunan infrastruktur diperlukan untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dan mewujudkan tersedianya pelayanan publik yang lebih baik. Keterlibatan pihak swasta sebagai inovasi dalam pembangunan infrastruktur akan menciptakan pelayanan publik yang lebih baik. Terkait hal tersebut, Pemerintah Indonesia memperkenalkan skema Kerja Sama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU) dalam penyediaan infrastruktur untuk memberikan ruang bagi pemerintah untuk bekerjasama dengan swasta berdasarkan prinsip alokasi risiko yang proporsional. Implementasi skema ini, diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2015.

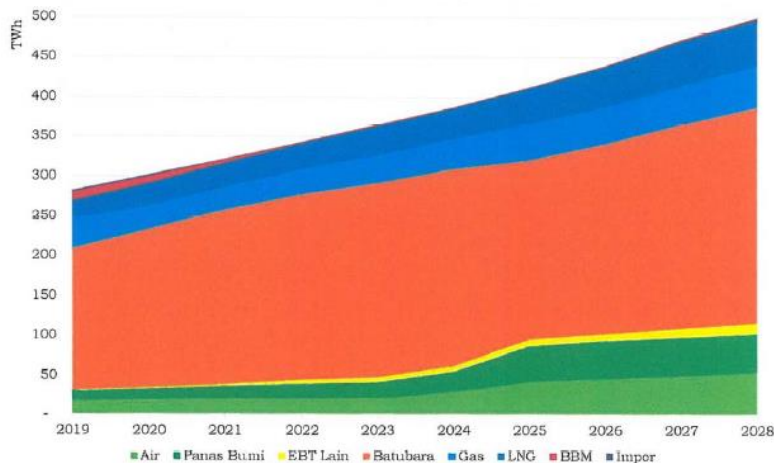
Program Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha dalam Penyediaan Infrastruktur sebelumnya disebut Program Kerjasama Pemerintah dan Swasta (KPS) atau *Public Private Partnerships* (PPP) berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 67 Tahun 2005, Peraturan Presiden Nomor 13 Tahun 2010 dan Peraturan Presiden Nomor 56 Tahun 2011.

### Proyeksi Bauran Energi dan Kebutuhan Bahan Bakar Indonesia

Bauran energi pada tahun 2025 akan menjadi 54,6% batubara, 22% gas alam (termasuk LNG), 23% EBT dan 0,4% BBM sesuai dengan kebijakan Pemerintah untuk meningkatkan pemanfaatan EBT dan gas, serta mengurangi pemakaian BBM.

Setelah mengidentifikasi dan mengoptimalkan potensi-potensi energi baru dan terbarukan (EBT) yang dapat dikembangkan hingga tahun 2028, bauran energi dari EBT akan meningkat dari 12,4% pada 2019 menjadi sebesar 23,2% pada tahun 2028. Untuk menjaga bauran energi dari EBT di atas 23% pada tahun 2025-2028, diperlukan penambahan kapasitas PLTS atap (PV rooftop) sekitar 3.200 MW, atau setara dengan 1,6 juta pelanggan yang masing-masing memasang PLTS atap 2 kW. Target tersebut dapat tercapai dengan adanya partisipasi masyarakat dan dukungan dari Pemerintah dalam pengembangan EBT, terutama PV rooftop yang harganya diperkirakan akan semakin menurun di masa depan.

Komposisi produksi energi listrik per jenis energi primer Indonesia diproyeksikan pada tahun 2028 akan menjadi 54,4% batubara, 22% gas alam (termasuk LNG), 9,6% panas bumi, 10,9% tenaga air, 0,4% BBM dan 2,6% EBT lainnya seperti diperlihatkan pada Gambar berikut.

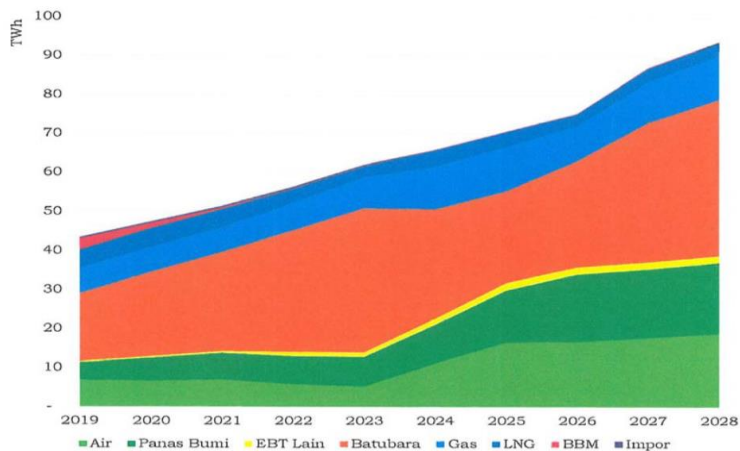


Gambar Error! No text of specified style in document..4 Komposisi Bauran Energi listrik berdasarkan jenis bahan bakar Indonesia

### Proyeksi Bauran Energi dan Kebutuhan Bahan Bakar Regional Sumatera

Komposisi produksi listrik per jenis energi primer di Sumatera diproyeksikan pada tahun 2028 akan menjadi 42,9% batubara, 15,5% Gas (termasuk LNG), 20,1% tenaga air, 19,5% panas bumi, 0,2% BBM dan 1,9% EBT lainnya seperti diperlihatkan pada Gambar . Porsi pembangkit EBT di Sumatera akan meningkat dari 26,7% tahun 2019 menjadi 41,4% di tahun 2028.





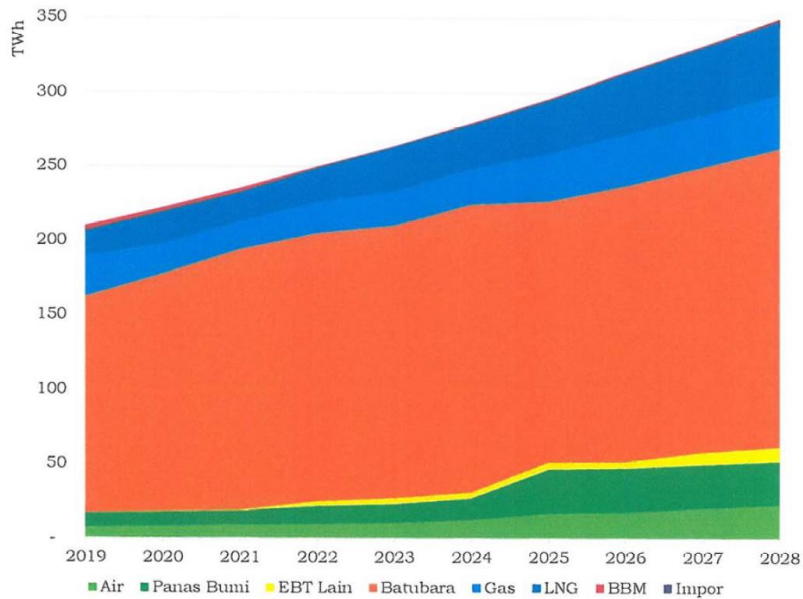
Gambar Error! No text of specified style in document..5 Komposisi Bauran Energi Listrik Berdasarkan Jenis bahan Bakar Regional Sumatera

### Proyeksi Bauran Energi Jawa, Bali dan Nusa Tenggara

Rencana penyediaan energi dan kebutuhan bahan bakar untuk periode tahun 2019-2028 berdasarkan jenis bahan bakarnya diberikan pada Gambar

Dalam kurun waktu tahun 2019-2028, produksi energi dari BBM akan menurun, produksi energi dari batubara meningkat sebesar 1,5 kali, gas meningkat 1,6 kali lipat dan EBT meningkat 3,7 kali lipat.

Komposisi produksi listrik per jenis energi primer di Jawa-Bali-Nusra diproyeksikan pada tahun 2028 akan menjadi 57,4% batubara, 24,7% Gas (termasuk LNG), 6,5% tenaga air, 8,3% panas bumi, 0,3% BBM dan 2,8% EBT lainnya seperti diperlihatkan pada Gambar. Parsi pembangkit EBT di Jawa-Bali-Nusra akan meningkat dari 7,9% tahun 2019 menjadi 17,16% di tahun 2028.



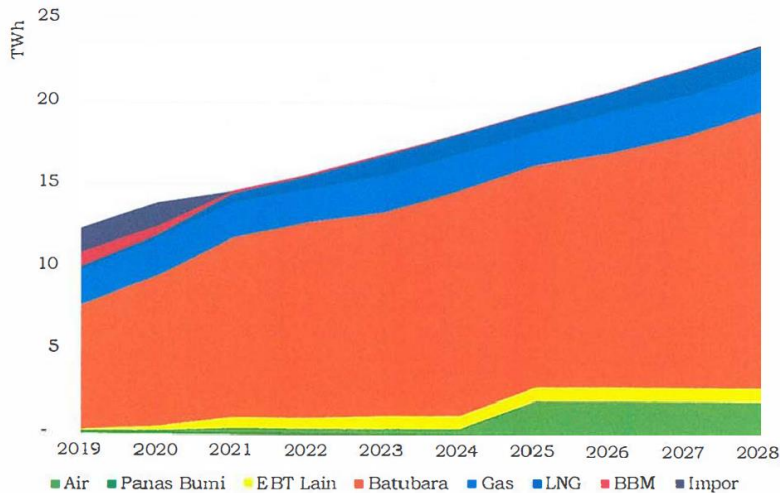
Gambar Error! No text of specified style in document..6 Komposisi Bauran Energi Listrik Berdasarkan Jenis Bahan Bakar di Jawa, Bali dan Nusa Tenggara

### Proyeksi Bauran Energi Regional Kalimantan

Komposisi produksi listrik per jenis energi primer di regional Kalimantan diproyeksikan pada tahun 2028 akan menjadi 70,8% batubara, 8,8% tenaga air, 16,8% gas alam termasuk LNG, 0,2% BBM dan 3,3% EBT lainnya seperti diperlihatkan pada Gambar

Porsi pembangkit batubara masih sangat dominan mengingat potensi sumber batu bara yang tinggi di Kalimantan khususnya di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur sedangkan untuk potensi pemanfaatan tenaga air masih perlu dilakukan kajian lebih lanjut. Porsi pembangkit EBT di Kalimantan akan meningkat dari 2,1% pada 2019 menjadi 12,1% pada 2028 yang didominasi dari PLTA.

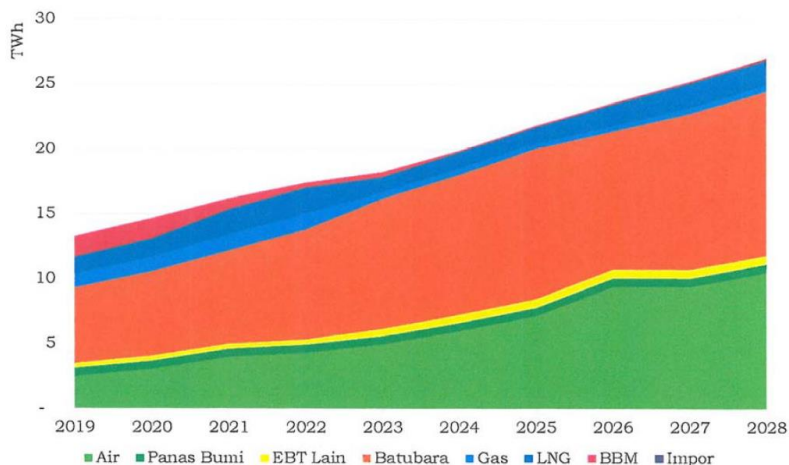
Kebutuhan bahan bakar di regional Kalimantan dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2028 diberikan pada Gambar



Gambar Error! No text of specified style in document..7 Kompoisis Bauran Energi Listrik Berdasarkan Jenis Bahan Bakar Regional Kalimantan

### Proyeksi Bauran Energi Regional Sulawesi

Komposisi produksi listrik per jenis energi primer di regional Sulawesi diproyeksikan pada tahun 2028 akan menjadi 46,9% batubara, 38,9% tenaga air, 8,8% gas alam termasuk LNG, 2,4% panas bumi, 0,5% BBM dan 2,5% EBT lainnya seperti diperlihatkan pada Gambar Porsi pembangkit EBT di Sulawesi akan meningkat dari 26,2% pada 2019 menjadi 43,8% pada 2028. Besarnya potensi pemanfaatan air di Sulawesi sebagai pembangkit listrik menjadi alasan tinggi porsi tenaga air di Sulawesi.

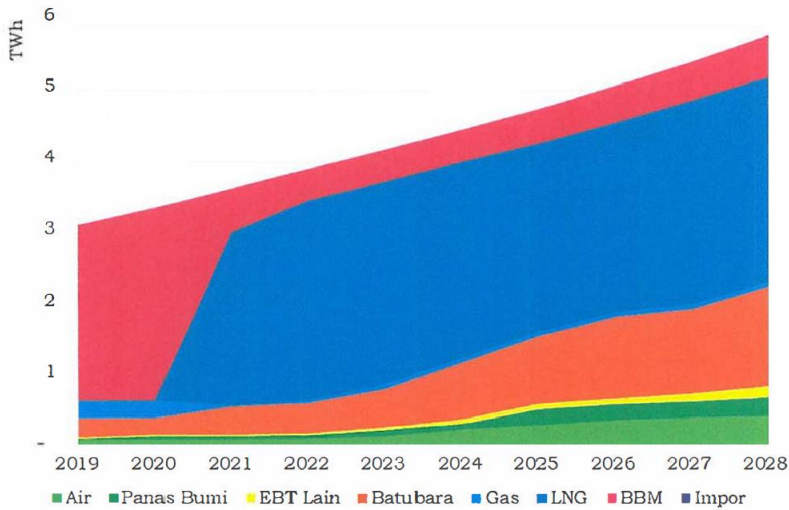


Gambar Error! No text of specified style in document..8 Kompoisis Bauran Energi Listrik Berdasarkan Jenis Bahan Bakar Regional Sulawesi

### Proyeksi Bauran Energi Regional Maluku dan Papua

Komposisi produksi listrik per jenis energi primer di regional Maluku dan Papua diproyeksikan pada tahun 2028 akan menjadi 24,1% batubara, 8,2% tenaga air, 50,3% gas alam termasuk LNG, 4,5% panas bumi, 10,1% BBM dan 2,7% EBT lainnya seperti

diperlihatkan pada Gambar. Porsi pembangkit EBT di regional Maluku dan Papua akan meningkat dari 5,3% pada 2019 menjadi 15,4% pada 2028.



Gambar Error! No text of specified style in document..9 Komposisi Bauran Energi Listrik Berdasarkan Jenis Bahan Bakar Regional Maluku dan Papua

## 4.2 Kesimpulan

Peraturan pemerintah no 79/2014 tentang Kebijakan Energi Nasional serta Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik mempunyai target bauran energi 33 % untuk pemanfaatan energi baru terbarukan di tahun 2025 memberikan peluang pasar yang besar terhadap pemanfaatan sumberenergi baru terbarukan yang meliputi hydro (air), tenaga surya, tenaga angin, tenaga bio (*bio fuel*, *biomass* dan sampah), panas bumi dan energi laut.

Selain itu untuk mencapai rasio elektrifikasi di seluruh Indonesia dengan target 100 % di tahun 2020, untuk daerah-daerah kepulauan, terpencil dan terluar sumber energi yang paling cocok adalah sumber energi terbarukan yang potensinya ada di daerah setempat seperti surya, biomassa dan energi air sehingga pasar untuk pemanfaatan energi tersebut cukup besar.

Dalam rangka pembangunan pembangkit listrik berseumber dari energi baru terbarukan PLN membuka peluang bagi pengembang (IPP) untuk berperan serta dalam membangun pembangkit listrik tenaga energi baru terbarukan. Dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 tahun 2017 dinyatakan bahwa PLN wajib membeli listrik dari pengembang yang memanfaatkan energi baru terbarukan.

# 5

## ANALISA ASPEK EKONOMI

Pada bab ini akan dibahas secara umum mengenai harga jual listrik berbasis EBT kepada PLN dan perkiraan biaya produksi listrik berbasis EBT. Biaya produksi meliputi biaya investasi, biaya operasional dan maintenance.

### 5.1 Harga Jual Listrik berbasis EBT ke PLN

Harga jual listrik berbasis EBT kepada PLN saat ini diatur dalam Peraturan Menteri ESDM no 50 tahun 2017. Dalam peraturan itu diatur mengenai harga jual listrik per kilowatt hour (per kWh) yang dihasilkan dari pembangkit listrik berbasis EBT ke PLN. Dalam peraturan itu dijelaskan bahwa harga jual listrik berbasis EBT pada suatu daerah sangat dipengaruhi oleh Biaya Pokok Produksi (BPP) per kWh listrik yang diproduksi PLN di daerah tersebut. Jadi diberbagai daerah harga jual listrik berbasis EBT ke PLN berbeda beda karena harga pokok produksi listrik PLN juga berbeda beda. Secara ringkas Isi permen ESDM No.50 / 2017 adalah pembelian Tenaga Listrik dari:

- 1) sumber ET melalui mekanisme langsung;
- 2) PLT yang berbasis teknologi tinggi (PLTS & PLTB) via mekanisme pemilihan langsung berdasarkan Kuota Kapasitas;
- 3) PLT kapasitas sampai 10MW pada 1) dan 2), wajib dioperasikan oleh PLN secara terus-menerus (must-run).

Tarif tenaga listrik dari PLTS Photovoltaic diatur dalam pasal 5. Pasal 5 ayat 2 menyatakan, PLN melakukan pembelian melalui mekanisme pemilihan langsung berdasarkan Kuota Kapasitas, dengan pola kerjasama BOOT (ayat 6).

Pasal 5 ayat 3 menetapkan, harga pembelian listrik dari PLTS Photovoltaic maksimal 85% dari BPP (Biaya Pokok Penyediaan) setempat (Kepmen ESDM No.1772 th 2018) yang di atas rata-rata BPP pembangkitan nasional. Misalkan, PLTS dibangun di Maluku yang BPP nya mencapai Rp 2.677/kWh, maka pengembang PLTS dapat menjual listrik ke PLN dengan harga sekitar Rp 2.275/kWh. Namun, untuk daerah lain yang lebih efisien, BPP hanya Rp 1.800/kWh, maka harga maksimal yang diperoleh pengembang adalah Rp 1.530/kWh.

Pasal 5 ayat 4 mengatur bahwa PLTS di lokasi yang memiliki rata-rata BPP sama atau lebih rendah dari BPP nasional, tarifnya berdasarkan kesepakatan para pihak. BPP pembangkitan setempat dan rata-rata nasional (ayat 3 & 4) adalah seperti BPP sebelumnya yang telah ditetapkan oleh Menteri berdasarkan usulan PLN (ayat 5) (Pasal 14).

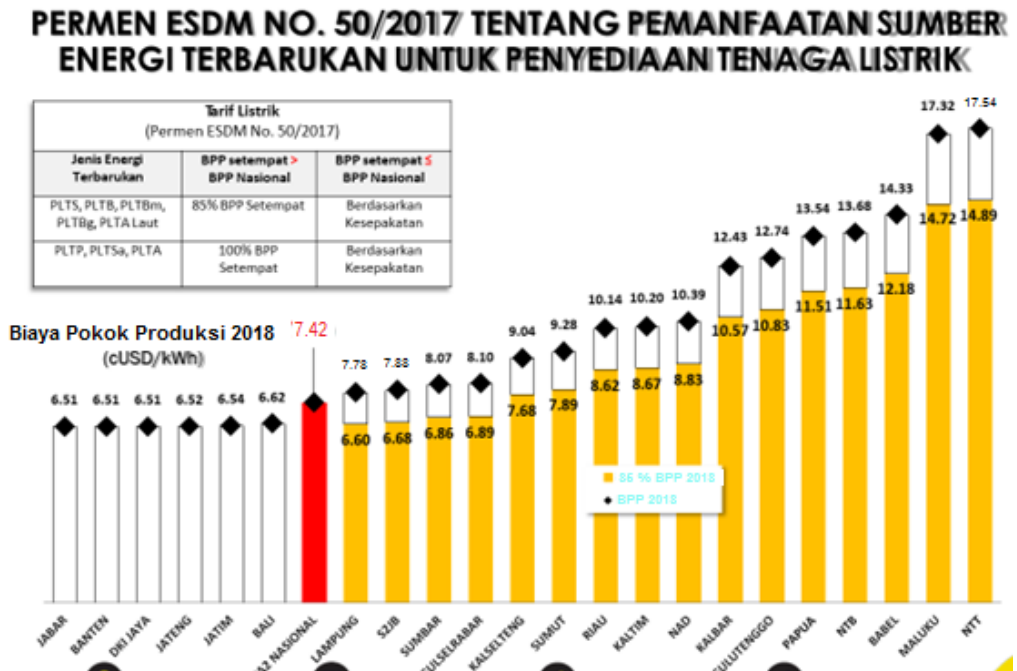
Pasal 5 ayat 7 mengatur pembangunan jaringan TL untuk evakuasi daya dari PLTS Photovoltaic ke titik sambung PLN yang dilakukan oleh PPL berdasarkan B to B.

Begitu juga dengan PLTA < 10 MW (capacity factor > 65%), dan >10MW (capacity factor tgt kebutuhan sistem), PLTBm dan PLTBg diatur dalam pasal 7, 8, dan 9. Sementara, untuk PLTSa dan PLTP patokannya berbeda. Pasal 10 ayat 4 menetapkan bahwa harga patokan pembelian listrik PLTSa maksimal sebesar BPP setempat. Dengan kata lain 100% BPP setempat, bukan 85% seperti PLTS, PLTB, PLTBm, dan PLTBg.

PLTSa (Pasal 10 ayat 5), PLTP (Pasal 11 ayat 4): khusus untuk wilayah Sumatera, Jawa, Bali dan daerah lain yang BPP-nya sama atau di bawah rerata BPP nasional, tarif maksimal listriknya ditetapkan berdasarkan kesepakatan para pihak. PLN dan pengembang diminta menetapkan secara business to business.

Khusus untuk PLTS Photovoltaic (Pasal 5 ayat 6), PLTB (Pasal 6 ayat 6), PLTA (Pasal 7 ayat 8), PLTBm (Pasal 8 ayat 6), PLTBg (Pasal 9 ayat 6), PLTP (Pasal 11 ayat 6), dan PLTALaut (Pasal 12 ayat 5) menetapkan bahwa PLN dan pengembang harus menggunakan pola kerja sama BOOT (Build, Own, Operate, and Transfer). Artinya, setelah kontrak berakhir, pembangkit diserahkan oleh pengembang kepada PLN.

Grafik berikut ini menyajikan Biaya Pokok Produksi (BPP) listrik per kWh di setiap provinsi di Indonesia.



Gambar 5.10 BPP 2018 per Provinsi

Dari grafik di atas terlihat bahwa Biaya Pokok Produksi per kWh listrik PLN terendah yaitu di Jabar, Banten dan DKI sebesar 6.51 Cent USD per kWh. Biaya Pokok Produksi tertinggi terjadi di NTT sebesar 17.54 Cent USD. Sedangkan Biaya Pokok Produksi Nasional adalah 7.42 Cent USD.

## 5.2 Aspek Ekonomi Pengembangan Energi Hydro

Secara umum, komponen biaya untuk proyek PLTM mencakup kelompok sebagai berikut:

- 1) Biaya pra investasi. Biaya ini sepenuhnya menjadi beban IPP, mencakup biaya studi kelayakan dan perizinan
- 2) Biaya investasi, meliputi biaya pekerjaan sipil, pekerjaan mekanikal elektrik, pengembangan dan biaya lingkungan termasuk biaya terkait aspek lingkungan dan sosial, misalnya reboisasi setelah pembangunan.

- 3) Biaya operasi dan pemeliharaan, merupakan biaya yang dikeluarkan selama PLTMH beroperasi, terdiri dari biaya tetap dan variabel
- 4) Biaya bunga pinjaman, merupakan biaya pinjaman yang dikenakan oleh Bank selama masa konstruksi

Tabel 5-27 menunjukkan besarnya presentase setiap komponen biaya dari total biaya produksi listrik pembangkit minihidro dan mikrohidro.

**Tabel 5-27 Persentase Komponen Biaya Pembangkit Minihidro dan Mikrohidro**

Komponen	Presentase
Biaya pra investasi	2 - 5%
Biaya investasi	80 – 90 %
Biaya operasi dan pemeliharaan	1 – 4%
Biaya bunga pinjaman	10 – 13%

Bank umumnya menyediakan pendanaan sebesar 70% dari biaya investasi. Bagian 30% disediakan oleh sponsor proyek. Tools yang dapat digunakan sama seperti analisa keuangan pada umumnya menggunakan NPV dan IRR. IRR yang umum diperoleh dari proyek ini berkisar dari 14% - 17,5%.

Dalam analisis keuangan perlu menggunakan asumsi capacity factor, yang umum digunakan adalah 65%. Capacity factor ini biasanya bervariasi antara 40% sampai 80%, dengan rata-rata 65%. Penentuan asumsi capacity factor tentunya terkait dengan analisis hidrologi.

Tabel 5-28 menunjukkan gambaran umum biaya untuk investasi dan operasional pembangkit listrik PLTM yang umum di Indonesia. Angka ini adalah angka moderat yang mana untuk setiap daerah di Indonesia bervariasi tergantung dari kondisi daerah tersebut.

**Tabel 5-28 Gambaran Umum Biaya Investasi dan Operasional PLTM**

<b>Kapasitas Pembangkit 10,000 kW</b>		
Capacity factor	Capacity factor	60%
Biaya Investasi	US\$ /kW	\$ 2,000
Total investasi 10 MW		\$ 20,000,000
Beban Operasi & Pemeliharaan	% of investment	1.00%
Beban Bunga	% of investment	7.00%
1 Tahun	Hari	360
1 Hari	Jam	24

### 5.3 Aspek Ekonomi Pengembangan Energi Matahari (PLTS)

Untuk pembangunan PLTS diperlukan komponen biaya dengan beberapa asumsi. Asumsi umum dari sebuah proyek PLTS dapat dijelaskan sebagai berikut. Normalnya diasumsikan bahwa lahan yang akan digunakan untuk PLTS diperoleh dengan cara sewa untuk jangka

panjang. Biaya pembangunan struktur PLTS berkisar antara USD2.5 -USD 3.0 per Wp (di luar lahan/tanah) yang dapat dibagi menjadi:

- 1) Biaya panel surya senilai USD 0,46 per Wp untuk kategori tier 1
- 2) Inverter berkisar antara USD 0,06- USD0,08 per Wp.
- 3) Lain-lain (balance of system) memiliki nilai biaya setara dengan nilai biaya panel surya dan inverter.

Asumsi Debt-to-Equity Ratio (DER) yang wajar untuk sebuah proyek PLTS adalah 70:30. Rasio ini dapat disesuaikan menjadi 50:50 jika pengembang memutuskan untuk menggunakan peralatan dan komponen dengan kualitas kategori tier 2. Jangka waktu pembiayaan proyek dengan skema project finance maksimum adalah 10 tahun, sementara umur ekonomis PLTS diperkirakan dapat mencapai 25 tahun.

Standar nilai Levelled Cost of Energy (LCOE) adalah USD0,04 per kWh (untuk kapasitas antara 1 MW hingga 100 MW). Sedangkan standar nilai biaya operasi dan pemeliharaan adalah USD12-USD15 per tahun per kWp terpasang. Meskipun demikian, untuk kondisi di Indonesia, nilai-nilai tersebut dapat lebih tinggi antara 10%-20%

Rincian biaya proyek harus memasukkan kontinjensi dan jaminan penyelesaian yang nilai standarnya adalah 5% dari total biaya dengan setidaknya 1% dicadangkan sebagai loss in mounting structure dan 3% dicadangkan sebagai loss in solar panel.

Komponen model keuangan yang lebih lengkap dari sebuah proyek PLTS adalah sebagai berikut:

- 1) Nilai investasi awal dan belanja modal selanjutnya (peralatan utama, konstruksi sipil, mekanikal dan instalasi, transmisi), dengan memerhatikan perbandingan kewajaran antara biaya dan kualitas teknologi yang digunakan
- 2) Asumsi operasional, dengan minimal efisiensi operasi sebesar 80%
- 3) Penjualan tenaga listrik dan pendapatan lain, dengan memerhatikan kemungkinan penyesuaian FIT
- 4) Biaya operasi, administrasi, pemeliharaan, dan sewa
- 5) Pajak dan retribusi
- 6) Depresiasi
- 7) Suku bunga dan IDC
- 8) Asuransi
- 9) Rasio keuangan (profitabilitas, likuiditas, solvabilitas)
- 10) Dividen
- 11) Cash flow schedule

Ilustrasi rincian biaya sebuah proyek PLTS dengan skala kapasitas 1 MW dan sekitar 5 MW diberikan pada Tabel 5-3.



**Tabel 5-29 Ilustrasi Rincian Biaya PLTS dengan Kapasitas 1 MW dan 5 MW**

COST ITEM	1 MW SYSTEM		5 MW SYSTEM	
	\$/WATT	\$/MW	\$/W	\$/5 MW
Developer Costs	\$0.15	\$150,000	\$0.05	\$250,000
Engineering	\$0.50	\$500,000	\$0.20	\$1,000,000
Permitting	\$0.09	\$90,000	\$0.04	\$200,000
Site Preparation / Civil / Fencing	\$0.10	\$100,000	\$0.08	\$400,000
Panel Procurement	\$0.85	\$850,000	\$0.85	\$4,250,000
Inverter / Transformer Procurement	\$0.30	\$300,000	\$0.30	\$1,500,000
Racking Procurement and Installation	\$0.30	\$300,000	\$0.30	\$1,500,000
Electrical Installation (Panel, Inverters/ Transformers, DC and AC Systems, SCADA)	\$0.45	\$450,000	\$0.40	\$2,000,000
Commissioning	\$0.05	\$50,000	\$0.030	\$150,000
Total System*	\$2.79	\$2,790,000	\$2.250	\$11,250,000

#### 5.4 Aspek Ekonomi Pengembangan Energi Bio

Secara umum, komponen biaya untuk proyek PLTBg mencakup kelompok sebagai berikut:

- 1) Biaya pra investasi, mencakup biaya studi kelayakan, biaya manajemen proyek, desain dan engineering dan perizinan
- 2) Biaya investasi, meliputi biaya EPC dan biaya non EPC.  
Biaya EPC terdiri dari biaya biodigester, sistem manajemen biogas/biomass, dan biaya konversi biogas.  
Biaya non EPC terdiri dari biaya pengadaan lahan, biaya untuk memperoleh pendanaan, biaya modal kerja untuk 3 bulan pertama operasi sebelum menghasilkan arus kas. Biaya lingkungan perlu mendapat perhatian apakah IPP sudah mengantisipasi biaya terkait aspek lingkungan dan sosial, misalnya biaya pengecekan limbah akhir biogas sebelum dibuang ke air dan tanah menjadi pupuk.
- 3) Biaya operasi dan pemeliharaan, merupakan biaya yang dikeluarkan selama PLTBg beroperasi, terdiri dari biaya tetap dan variabel
- 4) Biaya bunga pinjaman. Ini biaya pinjaman yang dikenakan oleh Bank atas pinjaman untuk pembangunan PLTBg. Tabel 5-30 berikut ini menunjukkan kisaran komponen biaya dari total investasi PLTBg/PLTBm:

**Tabel 5-30 Kisaran Komponen Biaya dari Total Investasi PLTBg/PLTBm**

TEKNOLOGI	UMUR EKONOMIS (TAHUN)	FAKTOR KAPASITAS (%)	TINGKAT KELLIHARAN BERSIH (KW)	BIAYA PROYEK (US \$/KW)					
				RANCANGAN + MESIN	PERAL & MATERIAL	SPL	PEMASANGAN	KONTJENSI	TOTAL
Biogas 500 kW	20	85	425	300-360	1950-2200	350-400	550-700	300-330	3550-3990
Biogas 1 MW	20	85	850	200-250	1750-1950	200-250	450-550	250-300	2850-3330
Biogas 2 MW	20	85	1700	130-150	1600-1750	150-175	230-300	170-200	2300-2572

Berikut adalah acuan komposisi biaya untuk analisa keuangan:

Capital Expenditures:	
Project Development Cost	2%
Site Preparation & Civil Work	5%
Digester System, Piping & Flaring	34%
Gas Cleaning & Pumps System	11%
Gas Engines & Generator	17%
Controller & Electrical System	10%
Balance of Plants	11%
Grid Interconnection System	5%
Other cost (Contingency & Insurance)	5%
Total	100 %
Operational & Maintenance	
Operating labour	25 %
General administration & others	14%
Insurance	5%
Digester Service & Maintenance	17%
Gas Engine Service & Maintenance	39%
Total	100 %

Perkiraan biaya investasi untuk pembangkit Bio adalah sekitar 2000 USD/kW sampai 3500 USD/kW. Sedangkan biaya operasi dan pemeliharaan sekitar 150.000 USD/MW/Tahun sampai 200.000 USD/MW/tahun.

Berdasarkan data rata-rata tersebut maka perkiraan IRR untuk pembangkit listrik berbasis tenaga bio adalah 12 % - 15 %.

# 6 PROSEDUR INVESTASI

## 6.1 Langkah-Langkah Investasi

Untuk berinvestasi dalam sektor energi baru terbarukan terutama untuk pembangkit listrik maka *entitas* atau badan usaha membentuk usaha Pengembang atau IPP (*Independent Power Producer*). Selanjutnya pengembang atau IPP membangun pembangkit, mengoperasikan, menjual listriknya kepada PT PLN, dan dari penjualan listrik ke PLN itulah mendapatkan keuntungan (*profit*).

Ada 3 cara suatu entitas atau badan usaha berinvestasi pada sektor pembangkit listrik berbasis energi baru terbarukan.

1. Pengembang secara mandiri mengembangkan suatu pembangkit mulai dari awal dengan menggarap potensi energi baru terbarukan yang ada, dibangun, dioperasikan dan menjual listrik ke PLN
2. Pengembang bekerja sama dengan entitas lain yang sudah mempunyai pengalaman di bidang ketenagalistrikan mengembangkan pembangkit dari awal dengan menggarap potensi dengan membangun dan mengoperasikan serta menjual listrik ke PLN
3. Pengembang mengambil alih saham dan asset perusahaan pembangkit listrik (IPP) berbasis EBT yang sudah ada dan sudah beroperasi.

Berikut ini uraian untuk masing-masing kemungkinan.

1. Pengembang secara mandiri mengembangkan suatu pembangkit mulai dari awal.  
Prosedur ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:
  - Pengembang menentukan pilihan calon proyek/potensi yang akan dikembangkan.
  - Konfirmasi ke PLN Wilayah.  
Setelah calon pengembang menentukan pilihan proyeknya pada tahap informasi awal, mereka perlu melakukan konfirmasi kepada PLN wilayah apakah proyek tersebut masih tersedia atau tidak. Jika calon pengembang membuat rencana pembangunan pembangkit di luar RUPTL, mereka bisa melakukan konfirmasi apakah listriknya bisa diserap dan masuk ke jaringan listrik PLN wilayah
  - Konfirmasi ke Pemerintah Wilayah.  
Pengembang (IPP) perlu melakukan konfirmasi kepada pemerintah daerah (provinsi) tentang ketersediaan lokasi untuk dibangun *hydropower* dan bisa dikeluarkan izinnya. Konfirmasi juga perlu dilakukan ke Dinas PU dan Dinas Kehutanan di wilayah. Jika pemerintah wilayah bisa menyediakan lahan yang bisa disewa atau dikerjasamakan maka itu bisa menjadi alternatif. Jika lokasi tidak perlu beli maka itu akan lebih baik karena pada akhir periode seluruh aset akan ditransfer.
  - Jika dari dua konfirmasi di atas semuanya positif, maka calon pengembang bisa menindaklanjuti studi prospek dengan *Studi Potensi*, *Study Kelayakan* dan *Studi Penyambungan* (studi jaringan PLN).
  - Ijin Prinsip  
Pengembang perlu mendapatkan ijin prinsip. Ijin prinsip merupakan izin investasi. Sebelum mengajukan Ijin Prinsip calon pengembang telah memiliki rencana lokasi yang akan dibangun, kapasitas pembangkit, serta besaran investasi (yang sudah dilakukan pada tahap prospek sebelumnya). Ijin Prinsip bisa dibuat di BKPM Pusat (Jakarta) atau BKPM Wilayah.

- Izin Lokasi dan Izin Pinjam Pakai Kawasan.  
Izin Lokasi merupakan izin lokasi untuk pembangunan hydropower. Izin lokasi dikeluarkan oleh pemerintah provinsi. Izin lokasi dan izin pemerintah lokal lainnya tergantung pada kebijakan setiap pemerintah daerah. Izin pinjam pakai kawasan diawali dengan rekomendasi dari dinas kehutanan daerah kemudian dilanjutkan ke Kementerian LH.
- Penyusunan UKL UPL atau Amdal
- Setelah ijin ijin didapatkan maka pengembang mengajukan kepada PLN untuk mendapatkan penetapan pengembang
- Perjanjian jual beli listrik atau PPA (*Power Purchase Agreement*) dengan PLN
- Pengembang mengajukan ijin Usaha penyediaan tenaga listrik (IUPTL) ke BKPM. Syarat utama IUPTL adalah kecukupan pendanaan atau *Financial Closing*. Calon pengembang diberikan waktu maksimal 1 tahun dari PJBL untuk memenuhi kebutuhan pendanaan.
- Financial closing bisa berupa keterangan dari bank. Setelah financial closing pencairan jaminan (performance guarantee) tahap satu (5%) bisa dilakukan.
- Pengajuan IMB sebagai prasarat untuk konstruksi
- Melakukan konstruksi (pembangunan) pembangkit
- Setelah konstruksi selesai dan komisioning siap dilakukan, pencairan jaminan (performance guarantee) tahap dua (2.5%) bisa dilakukan.
- Komisioning (uji coba dan tes kelayakan) dilakukan oleh tim yang dibentuk oleh PT PLN
- Setelah komisioning selesai, pencairan jaminan (*performance guarantee*) tahap tiga (2,5%) bisa dilakukan
- Jika PT PLN memerlukan percepatan waktu COD dan IPP bisa memenuhinya, maka PT PLN akan memberikan insentif atas percepatan COD tersebut dan dituangkan dalam PJBL (PPA)

Berdasarkan uraian di atas terlihat cukup rumit untuk memulai dari awal. Walaupun begitu prosedur ini mempunyai keuntungan yaitu pengembang bisa mendapatkan harga pembangunan dan operasi yang lebih rendah dengan kalkulasi yang lebih cermat sehingga didapatkan profit yang lebih besar. Terdapat beberapa resiko untuk pilihan ini antara lain:

- a. Kegagalan study kelayakan (potensi energi yang ada tidak layak untuk dikembangkan baik secara teknis, ekonomis maupun social)
  - b. Kegagalan dalam mengurus perijinan
  - c. Resiko pembebasan lahan dimana lahan untuk pembangkit tidak bisa dibebaskan sehingga tidak bisa dibangun atau kalau tetap dibangun dengan biaya yang sangat tinggi
  - d. Resiko kegagalan pembangunan atau resiko pembengkakan biaya pembangunan
  - e. Resiko jumlah energi listrik yang diserap oleh PLN (beban) tidak sesuai dengan rencana
  - f. Resiko pembangkit yang sudah dibangun tidak bisa dioperasikan
- Untuk detail resiko dapat dibahas pada study tersendiri secara terperinci.

2. Pengembang bekerja sama dengan entitas lain yang sudah mempunyai pengalaman di bidang ketenagalistrikan.

Prosedur ini dengan membuat *joint venture* untuk mengembangkan potensi, membangun, mengoperasikan dan menjual listrik ke PLN. Setelah itu mengikuti prosedur seperti pilihan no 1 di atas.

Sedangkan resiko yang ada juga relative sama dengan no 1 tetapi dengan tingkat resiko yang lebih rendah karena partner sudah mempunyai pengalaman dalam pembangunan dan pengoperasian pembangkit berbasis EBT.

3. Pengembang mengambil alih saham dan asset perusahaan pembangkit listrik (IPP) berbasis EBT yang sudah ada dan sudah beroperasi.

Ada beberapa kemungkinan yang bisa dilakukan yaitu:

- a. Akuisisi terhadap saham perusahaan pembangkit listrik EBT yang sudah beroperasi, dilakukan dengan cara membeli saham mayoritas perusahaan sehingga pihak pengakuisisi berhak menjadi pemegang saham pengendali;
- b. Akuisisi aset atau aktiva Perusahaan pembangkit listrik EBT yang sudah beroperasi, dilakukan dengan cara membeli sebagian atau seluruh aktiva atau aset perusahaan. Apabila aset yang dibeli hanya sebagian maka digolongkan sebagai akuisisi parsial, dimana pembelian aset yang akan diakuisisi lebih dari 50%;
- c. Akuisisi Kombinasi (saham dan aset), dilakukan dengan cara membeli saham dan aset milik perusahaan pembangkit listrik EBT yang sudah beroperasi yang menjadi target;
- d. Akuisisi secara bertahap, proses akuisisi yang dilakukan dengan cara bertahap atau tidak secara langsung terhadap perusahaan pembangkit listrik EBT yang sudah beroperasi.

Keuntungan proses ini adalah lebih singkat karena proses perijinan dan PPA tidak perlu dilakukan lagi dan tingkat resiko saat proses awal sampai proses pembangunan tidak ada.

Resiko yang bisa terjadi antara lain:

1. Kegagalan proses negosiasi proses akuisisi
2. Pembangkit yang sudah beroperasi mempunyai performance yang kurang baik
3. Energi yang diserap oleh beban PLN tidak sesuai dengan perkiraan awal saat study penyambungan dan PPA
4. Dampak lain seperti dampak social dan bencana tidak terdeteksi.

Resiko tersebut bisa diperkecil dengan cara dilakukan study kelayakan proses akuisisi baik kelayakan Teknik dan kelayakan finansial serta kelayakan lingkungan.

## 6.2 Prosedur Perijinan

Beberapa dasar hukum yang terkait dalam proses perizinan lingkungan adalah sebagai berikut ini.

1. Peraturan Menteri LHK Nomor P.22/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2018 Tentang Norma, Standar, Prosedur dan Kriteria Pelayanan Perizinan Terintegrasi Secara Elektronik Lingkup Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan;
2. Peraturan Menteri LHK Nomor P.23/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2018 Tentang Kriteria Perubahan Usaha dan/atau Kegiatan dan Tata Cara Perubahan Izin Lingkungan;
3. Peraturan Menteri LHK Nomor P.26/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2018 Tentang Pedoman Penyusunan dan Penilaian Serta Pemeriksaan Dokumen Lingkungan Hidup Dalam Pelaksanaan Pelayanan Perizinan Berusaha Terintegrasi Secara Elektronik;
4. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 4 Tahun 2021 tentang Daftar Usaha dan/atau Kegiatan Yang Wajib Memiliki Analisis

Mengenai Dampak Lingkungan Hidup, Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup Atau Surat Pernyataan Kesanggupan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup

5. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko
6. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

### **Persyaratan**

Berikut ini persyaratan-persyaratan yang wajib dipenuhi untuk proses penerbitan perizinan lingkungan.

1. Surat Permohonan Izin Lingkungan diajukan secara tertulis oleh Penanggung jawab usaha dan atau kegiatan selaku Pemrakarsa kepada Bupati.
2. Surat Permohonan Izin Lingkungan disampaikan bersamaan dengan surat pengajuan penilaian Kerangka Acuan, Andal dan RKL-RPL atau pemeriksaan UKL-UPL.
3. Permohonan Izin Lingkungan harus dilengkapi dengan:
  - Dokumen AMDAL atau Formulir UKL-UPL dalam bentuk cetak (Hardcopy) dan File Elektronik (Softcopy)
  - Dokumen pendirian usaha dan/atau kegiatan;
  - profil usaha dan/atau kegiatan;
  - Surat Rekomendasi Kesesuaian Tata Ruang;
  - Pengumuman rencana usaha dan/atau kegiatan serta konsultasi publik melalui media cetak dan media elektronik atau media lainnya.
4. Pengumuman Izin Lingkungan

### **Prosedur**

Adapun untuk prosedur perizinan lingkungan dari awal permohonan hingga diterbitkannya persetujuan lingkungan adalah sebagai berikut ini.

1. Permohonan Izin Lingkungan diajukan secara tertulis oleh Penanggung jawab usaha dan atau kegiatan selaku Pemrakarsa kepada Bupati dan Kepala Dinas PMPTSPTK.
2. Permohonan Izin Lingkungan disampaikan bersamaan dengan pengajuan penilaian Kerangka Acuan, Andal dan RKL-RPL atau pemeriksaan UKL-UPL.
3. Permohonan Izin Lingkungan harus dilengkapi dengan:
  - a) Dokumen AMDAL atau Formulir UKL-UPL dalam bentuk cetak (Hardcopy) dan File Elektronik (Softcopy)
  - b) Dokumen pendirian usaha dan/atau kegiatan;
  - c) Profil usaha dan/atau kegiatan;
  - d) Surat Rekomendasi Kesesuaian Tata Ruang;
  - e) Pengumuman rencana usaha dan/atau kegiatan serta konsultasi publik melalui media cetak dan media elektronik atau media lainnya.
4. Setelah menerima permohonan Izin lingkungan yang diajukan oleh Penanggung jawab usaha dan atau kegiatan selaku Pemrakarsa, Bupati atau Kepala Dinas PMPTSPTK wajib mengumumkan permohonan Izin Lingkungan melalui multimedia dan papan pengumuman dilokasi usaha dan/atau kegiatan paling lama 5 (lima) hari kerja terhitung sejak dokumen Andal dan RKL-RPL yang diajukan dinyatakan lengkap secara administrasi.

5. Masyarakat dapat memberikan saran, pendapat dan tanggapan terhadap pengumuman permohonan izin lingkungan dalam jangka waktu paling lama 10 hari kerja sejak diumumkan.
6. Saran, pendapat dan tanggapan terhadap pengumuman permohonan izin lingkungan dapat disampaikan kepada Bupati atau instansi terkait sesuai kewenangan yang diberikan.
7. Permohonan lengkap Izin Lingkungan yang diajukan oleh Penanggung jawab usaha dan atau kegiatan selaku Pemrakarsa kepada Bupati atau Kepala Dinas PMPTSPTK, selanjutnya Bupati atau Kepala Dinas PMPTSPTK memerintahkan Ketua Komisi Penilai AMDAL untuk melakukan penilaian terhadap Kerangka Acuan, Andal dan RKL-RPL. Selanjutnya Ketua KPA bersama Anggota KPA dan Anggota Tim Teknis KPA melakukan penilaian terhadap dokumen AMDAL yang telah diajukan.
8. Komisi Penilai AMDAL akan memberikan rekomendasi/ persetujuan layak atau tidak layaknya dokumen AMDAL yang diajukan berdasarkan Berita Acara Pemeriksaan dan penilaian dokumen AMDAL.
9. Khusus untuk pemeriksaan dokumen UKL-UPL, Permohonan lengkap Izin Lingkungan yang diajukan oleh Penanggung jawab usaha dan atau kegiatan selaku Pemrakarsa kepada Bupati atau Kepala Dinas PMPTSPTK, selanjutnya Bupati atau Kepala Dinas PMPTSPTK memerintahkan/meminta kepada kepala Dinas Lingkungan Hidup untuk memeriksa formulir UKL-UPL yang telah diajukan, selanjutnya kepala Dinas Lingkungan Hidup bersama Tim Teknis melakukan pemeriksaan formulir UKL-UPL, hasil pemeriksaan dituangkan dalam Berita Acara pemeriksaan formulir UKL-UPL.
10. Kepala Dinas Lingkungan Hidup memberikan rekomendasi/persetujuan layak atau tidak layaknya dokumen UKL-UPL yang diajukan berdasarkan Berita Acara hasil pemeriksaan.





# 7 PROSPEK PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK

## 7.1 Prospek Pengembangan

Sebagaimana diketahui bahwa dalam Undang-undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan ditetapkan bahwa sumber energi primer yang terdapat di dalam negeri dan/atau berasal dari luar negeri harus dimanfaatkan secara optimal sesuai dengan kebijakan energi nasional untuk menjamin penyediaan tenaga listrik yang berkelanjutan, dan selanjutnya ditetapkan juga bahwa dalam pemanfaatan tersebut diutamakan sumber energi baru dan terbarukan.

Peraturan pemerintah no 79/2014 tentang Kebijakan Energi Nasional serta Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik, PLN merencanakan pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) yang meliputi pengembangan panas bumi yang sangat besar, pembangkit tenaga air skala besar, menengah dan kecil, pembangkit tenaga angin (PLTB) skala besar dan kecil serta EBT skala kecil tersebar berupa PLTS, biomassa, biofuel, biogas dan gasifikasi batubara (energi baru). PLN juga mendorong penelitian dan pengembangan EBT lain seperti thermal solar power, arus laut, OTEC (ocean thermal energy conversion) dan fuel cell.

Sasaran bauran energi yang optimal yaitu pada tahun 2025 peran energi baru dan energi terbarukan paling sedikit 23% dan pada tahun 2050 peran energi baru dan energi terbarukan paling sedikit 31 %. Dari kebijakan kebijakan tersebut dapat di lihat bahwa pemanfaatan energi baru terbarukan mempunyai prospek yang sangat baik sehingga layak diusahakan untuk menjadi sumber energi bagi pembangkit listrik.

Indonesia mempunyai potensi energi baru terbarukan yang sangat banyak antara lain hydro (air) yang bias dikembangkan sebagai pembangkit listrik tenaga air (PLTA), Pembangkit listrik tenaga minihidro (PLTM) dan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Saat ini pembangkit tersebut statusnya ada yang sudah beroperasi, sedang masa pembangunan, persiapan pembangunan dan sebagian masih berupa potensi. Di seluruh Indonesia, potensi PLTA skala besar dan kecil sekitar 75.670 MW (75,7 GW, tersebar pada 1249 lokasi) (menurut studi tahun 1983). Data Kementerian ESDM menyebutkan bahwa potensi PLTA itu di Sumatera sekitar 15,6 GW (20,8%), Jawa 4,2 GW (5,6%), Kalimantan 21,6 GW (28,8%), Sulawesi 10,2 GW (13,6%), Bali, NTT, NTB sekitar 620 MW (0,8 %), Maluku 430 MW (0,6 %), dan Papua 22,35 GW (29,8 %).

Sumber energi yang melimpah adalah sumber energi matahari. Pemanfaatan sumber energi matahari dapat berupa PLTS photovoltaic dan PLTS solar thermal. PLTS photovoltaic saat ini sudah banyak dibangun terutama untuk rooftop dan PLTS komunal yang digunakan untuk masyarakat daerah terpencil.

Potensi energi PLTP: 29.038 MW (29 GW), sedangkan kapasitas terpasang th 2017 sebesar 1.838,5MW atau naik menjadi 6,3% dari total potensi yang ada. Secara keseluruhan, potensi energi geotermal di Indonesia ditemukan tersebar di sepanjang lajur Sumatera, Jawa, Nusa

Tenggara, Busur Banda hingga Sulawesi Utara, dan lajur Halmahera, Bali, dan Papua. Potensi tersebut besarnya ternyata 2 kali cadangan minyak bumi Indonesia.

Sumber energi lain yang tak kalah melimpah adalah energi laut. Ada tiga jenis energi laut yang dapat dimanfaatkan, yaitu gelombang laut, arus laut (Tidal+Ocean current energy), dan panas laut. Prediksi potensi teoritis ketiganya menurut ASELI sekitar 727 GW.

Potensi energi biomassa Indonesia diperkirakan: 49.810 MW (50 GW) yang berasal dari perkiraan produksi 200 juta ton biomassa/tahun dari residu pertanian, kehutanan, perkebunan dan limbah padat/sampah kota, sementara daya terpasang: hanya 1.716,5 MW (th 2013) atau sekitar 3,45 % saja dengan hutan produktif dan perkebunan seluas 23 juta Ha. Itu berarti pemanfaatan biomassa untuk energi listrik masih sangat sedikit.

## 7.2 Lokasi Pengembangan

Pada tahapan ini diberikan rekomendasi bagi suatu badan atau perusahaan yang akan mengembangkan pembangkit listrik berbasis energi baru terbarukan. Bagi perusahaan yang basis utamanya bukan perusahaan di bidang energi maka bila akan mengembangkan pembangkit listrik berbasis EBT disarankan berbasis hydro atau surya. Pembangkit listrik tenaga hydro dan surya mempunyai resiko yang relative kecil dan menghasilkan gain yang lebih besar dibandingkan dengan yang lain.

Berikut ini beberapa potensi hidro yang bisa dikembangkan:

**Tabel 7-31 Daftar Potensi Pembangkit Hidro**

No.	Nama	Kapasitas	Lokasi
1.	PLTM Kerandengan	0.062 MW	Lombok, NTB
2.	PLTM Ransiki	2 MW	Manokwari, Papua
3.	PLTM Jitan	2 × 1,7 MW	Kalimantan Barat
4.	PLTM Nosu 6	7,2 MW	Toraja, Sulawesi Selatan
5.	PLTA Telen (Res)	40 MW	Kalimantan Timur
6.	PLTM Salato (ROR)	10 MW	Sulawesi
7.	PLTM Tebo 1 (ROR)	10 MW	Sumatra
8.	PLTA Tebo 2 (ROR)	20 MW	Sumatra
9.	PLTM Selabang (ROR)	10 MW	Aceh
10.	PLTM Alas 1 (ROR)	6,4 MW	Aceh
11.	PLTM Alas 3 (ROR)	7,8 MW	Aceh
12.	PLTM Meredu 2 (ROR)	4 MW	Aceh
13.	PLTM Baleg (ROR)	2,3 MW	Aceh
14.	PLTM Ule 2 (ROR)	6,1 MW	Sumatera
15.	PLTM Sop 2 (ROR)	4,7 MW	Digul, Papua
16.	PLTM Blumei 1 (ROR)	12,4 MW	Blumen, Papua
17.	PLTM Katambe (ROR)	0,99 MW	Aceh
18.	PLTM Lawegorgor (ROR)	1,06 MW	Aceh
19.	PLTM Kuala (ROR)	2,1 MW	Tapanuli Utara, Sumatera Utara
20.	PLTM Batu Hampar (ROR)	1,6 MW	Pasanon, Sumatera Barat
21.	PLTM Gunung Agung (ROR)	0,212 MW	Rejang Lebong, Bengkulu
22.	PLTM Galang (ROR)	0,89 MW	Lahat, Sumatear Selatan
23.	PLTM Cahaya Negeri (ROR)	1,04 MW	Rejang Lebong, Bengkulu

<b>No.</b>	<b>Nama</b>	<b>Kapasitas</b>	<b>Lokasi</b>
24.	PLTM Beringin Tiga (ROR)	0,737 MW	Rejang Lebong, Bengkulu
25.	PLTM Belengan (ROR)	1,2 MW	Sangihe Talaud
26.	PLTM Rano Ketangtua (ROR)	1,166 MW	Minahasa, Sulawesi Utara
27.	PLTM Molobang II (ROR)	1,5 MW	Minahasa, Sulawesi Utara
28.	PLTM Kinali (ROR)	1,18 MW	Bolaang Mongondow, Sulut
29.	PLTM Salongo(ROR)	0,91 MW	Bolaang Mongondow, Sulut
30.	PLTM Tanggar (ROR)	1,1 MW	Bolaang Mongondow, Sulut
31.	PLTM Malango Daa II	0,72 MW	Bolaang Mongondow, Sulut
32.	PLTM Kota Raya (ROR)	0,75 MW	Donggala, Sulteng
33.	PLTM Tomini II (ROR)	1,9 MW	Donggala, Sulteng
34.	PLTM Wuasa (ROR)	2,3 MW	Poso, Sulteng
35.	PLTM Wembi (ROR)	1,74 MW	Poso, Sulteng
36.	PLTM Kuku (ROR)	1,5 MW	Poso, Sulteng
37.	PLTM Jelantik Sari (ROR)	1,9 MW	Poso, Sulteng
38.	PLTM Bambalo (ROR)	1,8 MW	Poso, Sulteng
39.	PLTM Malewa II (ROR)	1,5 MW	Poso, Sulteng
40.	PLTM Gandalari (ROR)	1,6 MW	Poso, Sulteng
41.	PLTM Toala (ROR)	1,2 MW	Kolaka, Sulawesi Tenggara
42.	PLTM Kembang Subur I (ROR)	3 MW	Kolaka, Sulawesi Tenggara
43.	PLTM Kembang Subur II (ROR)	2,1 MW	Kolaka, Sulawesi Tenggara
44.	PLTM Lapai I (ROR)	4,1 MW	Kolaka, Sulawesi Tenggara
45.	PLTM Lapai II (ROR)	4,8 MW	Kolaka, Sulawesi Tenggara
46.	PLTM Anoa (ROR)	2,9 MW	Luwu, Sulsel
47.	PLTM Meli (ROR)	1,05 MW	Luwu, Sulsel
48.	PLTM Kadundung (ROR)	1,75 MW	Luwu, Sulsel
49.	PLTM Bijeli (ROR)	1,1 MW	Nusa Tenggara Timur
50.	PLTM Bonar (ROR)	5,5 MW	Ruteng, NTT
51.	PLTM Wolodeso (ROR)	0,9 MW	NTT

Sedangkan energi surya dapat dimanfaatkan dengan membangun PLTS berbasis photovoltaic di daerah daerah terpencil dan sulit dijangkau oleh PLN antara lain di kepulauan Riau, Kepulauan Maluku, NTT, Papua, Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara. Daerah-daerah tersebut saat ini mempunyai rasio elektrifikasi yang masih kecil.

Untuk membangun pembangkit-pembangkit tersebut diperlukan perijinan-perijinan yang sebaiknya segera ditindaklanjuti seperti pada table di bawah ini.

**Tabel 7-32 Jenis Perizinan dalam Pengembangan Pembangkit**

<b>No.</b>	<b>Dokumen</b>	<b>Instansi</b>
1	Memorandum of Understanding (MoU)	Pemda
2	MoU	PT PLN (Persero)
3	Persetujuan / Izin Prinsi	Pemda
4	Appointment Letter	PT PLN (Persero)
5	Letter of Intent (LoI)	Bank
6	IUPTL Sementara	Kementerian ESDM
7	Persetujuan Penetapan Harga Jual Energi Lis- trik	Kementerian ESDM
8	PPA/PJBL	PT PLN (Persero)
9	UKL-UPL	Kementerian Lingkungan Hidup (LH)
10	Izin Mendirikan Bangunan (IMB)	Pemda
11	Angka Pengenal Importir (API) Umum	Kementerian Perdagangan (Kemend- ag)
12	Penanaman Modal Asing (PMA)/Penanaman Modal Dalam Negari(PMDN)	Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) / Badan Koordinasi Penana- man Modal Daerah (BKPMD)
13	IUPTL Tetap	Kementerian ESDM
14	Izin Lokasi	Pemda
15	Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan	Kementerian LH
16	Setifikat Laik Operasi	PT PLN (Persero)
17	Sertifikat Commisioning	PT PLN (Persero)
18	Berita Acara COD	PT PLN (Persero)

# 8 PENUTUP

Sumber energi fosil semakin lama semakin habis, sehingga perlu digantikan sumber energi primer lain untuk pembangkit tenaga listrik. Di Indonesia potensi energi baru terbarukan sangat besar dan berdasarkan kajian ini dapat mencukupi untuk keperluan penyediaan energi seluruh masyarakat Indonesia. Sumber energi primer berbasis EBT yang dapat dimanfaatkan dengan teknologi yang ada saat ini terutama adalah energi air, energi matahari, energi panas bumi dan energi angin. Memang saat ini harga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik berbasis EBT masih cukup mahal. Seiring dengan maraknya pengembangan energi baru terbarukan diperkirakan harga listrik berbasis EBT akan semakin murah. Oleh karena itu kesempatan ini perlu digunakan terutama bagi para pengembang (IPP) dan PLN sendiri untuk mengurangi ketergantungan energi fosil untuk pembangkit listrik.

Pengembangan energi listrik berbasis EBT juga mempunyai dampak positif terhadap gas rumah kaca. Pengurangan penggunaan energi fosil akan mengurangi emisi gas rumah kaca yang artinya dapat membantu program pemerintah dan dunia pada umumnya.

Ucapan terima kasih kepada para pihak yang telah membantu tersusunnya buku ini yaitu Institut Teknologi Nasional sebagai institusi tempat bernaung penulis. PT Wiratman, PT Kwarsa Hexagon sebagai institusi yang telah membantu pengumpulan data. Akhirnya kami ucapkan terima kasih semoga buku ini bermanfaat.



# Daftar Pustaka

1. Ditjen EBTKE, (2016). Statistik EBTKE 2016, Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
2. ESDM (2017), Handbook of Energy and Economic statistic 2017, Jakarta Indonesia
3. Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional. (2018). Outlook Energi Indonesia 2018. Jakarta: Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional.
4. Sugiyono, A., Anindhita, Boedoyo, M.S., Adiarso (2014). Outlook Energi Indonesia 2014, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta
5. BPPT.(2016) Indonesia Energy Outlook 2016: Pengembangan energi untuk mendukung industri hijau. Jakarta
6. ESDM. (2010). Mengenal Teknologi Pembangkit Listrik Panas Bumi. Kementerian ESDM RI. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/ini-sumur-panas-bumi-pertama-di-indonesia>
7. Fandari, A. El, Daryanto, A., & Suprayitno, G. (2014). Pengembangan Energi Panas Bumi yang Berkelanjutan. Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, 17(1), 68–82
8. Gunawan, A. (2019). Duh 59 Pembangkit Listrik Panas Bumi Mangkrak, Ini Sebabnya! CNBC Indonesia. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20190815164105-4-92284/duh-59-pembangkit-listrik-panas-bumi-mangkrak-ini-sebabnya>
9. Kementerian ESDM. (2016). Jurnal Energi Media Komunikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jurnal Energi, Edisi 02, 16–19. [https://www.esdm.go.id/assets/media/content/FIX\\_2\\_Jurnal\\_Energi\\_Edisi\\_2\\_17112016\(1\).pdf](https://www.esdm.go.id/assets/media/content/FIX_2_Jurnal_Energi_Edisi_2_17112016(1).pdf)
10. KESDM. (2017). Kajian Penyediaan dan Pemanfaatan Migas, Batubara, Ebt dan Listrik. In Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
11. Sugiyono, A., Anindhita, Boedoyo, M.S., Adiarso (2016) OUTLOOK ENERGI INDONESIA 2015-2035: PROSPEK ENERGI BARU TERBARUKAN Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta
12. Mary, R. T., Armawi, A., Hadna, A. H., & Pitoyo, A. J. (2017). Geothermal As a Treasure Towards National Energy Resilience. National Defence, 23(2, Agustus 2017), 93–113
13. U.S. Departement of Energy. (2014). Electricity Generation. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy
14. PLN, (2016). Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2016-2025, PT PLN (Persero), Jakarta.
15. DJK, (2013). Statistik Ketenagalistrikan 2013, Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
16. .IPCC, (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change, Kanagawa.

 **penerbit itenas**

Jl. PKH. Mustapha No.23, Bandung 40124  
Telp. +62 22 7272215, Fax.: +62 22 7202892  
e-mail: [penerbit@itenas.ac.id](mailto:penerbit@itenas.ac.id)

ISBN 978-623-7525-56-1

