

# Pemanfaatan dan Arah Kebijakan Perencanaan Energi Panas Bumi di Indonesia Sebagai Keberlanjutan Maksimalisasi Energi Baru Terbarukan

Dindin Syarief Nurwahyudin<sup>1</sup>, Udi Harmoko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister Energi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro;

<sup>2</sup>Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro;

Email : [driefnor@gmail.com](mailto:driefnor@gmail.com) (D.S.N), [udiharmoko@fisika.fsm.undip.ac.id](mailto:udiharmoko@fisika.fsm.undip.ac.id) (U.H);

**Abstrak** : Potensi panas bumi di Indonesia sangatlah tinggi. Perencanaan energi yang efektif dapat membuat realisasi pemanfaatan energi panas bumi dapat dimaksimalkan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui lebih dalam mengenai perencanaan dan arah kebijakan pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia. Data yang digunakan adalah dengan menggunakan data sekunder sedangkan penelitian ini menggunakan metode normatif kuantitatif yaitu memanfaatkan sumber data sekunder yang berdasarkan pada numerasi valid dari sumber yang valid. Hasil penulisan ini menunjukkan bahwa Pemanfaatan panas bumi pada saat ini setara dengan pemakaian BBM domestik sebesar 32.000 BOE per hari (92.000 BOE per hari minyak mentah) atau sekitar 81.200 BOE per hari BBM domestik pada tahun 2025. Sementara itu, arah kebijakan energi diarahkan untuk ketenagalistrikan sesuai (PP No 79, 2014). Teknologi yang digunakan dalam pemanfaatan energi panas bumi pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi yaitu *dry steam*, *flash steam* dan *binary cycle*. Ketiga macam teknologi ini pada dasarnya digunakan pada kondisi yang berbeda-beda. Kebutuhan investasi untuk 1 MW mencapai kisaran US\$ 5 juta atau sedikit di bawah angka tersebut. Keuntungan investasi yang harus didapat pengembang setidaknya mampu mencapai 13 persen hingga 14 persen. Hal ini tentunya sangatlah menarik untuk diketahui mengingat Indonesia sangat membutuhkan energi yang dapat memberikan keuntungan yang sangat tinggi untuk negara.

**Kata Kunci** : Pemanfaatan, Panas bumi, Kebijakan Energi

---

## 1. Pendahuluan

Perencanaan energi sangatlah penting untuk dilakukan untuk mengetahui potensi pemanfaatan energi yang diperlukan oleh masyarakat. Dalam hal pemanfaatan energi baru terbarukan, Pemerintah Indonesia mencanangkan bauran energi baru terbarukan mencapai 23% pada 2025 dan naik lagi 31% pada 2050. Sebaliknya, bauran energi dari minyak bumi pada 2050 diturunkan separuhnya dari saat ini 40% (Daud & Gaffar, 2019). Itu merupakan fakta yang harus diperhatikan dan ditekankan agar dimengerti bahwa potensi energi baru terbarukan di Indonesia sangatlah besar.

Sesuai dengan Undang-undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi, yang dikategorikan sebagai sumber energi baru adalah sumber energi yang dapat dihasilkan oleh teknologi baru baik yang berasal dari sumber energi terbarukan maupun sumber energi tak terbarukan, antara lain nuklir,

hidrogen, gas metana batu bara (*coal bed methane*), batu bara tercairkan (*liquified coal*), dan batu bara tergaskan (*gasified coal*). sedangkan sumber energi terbarukan adalah sumber 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 (Fandari et al., 2014; Kementerian ESDM, 2016).

Salah satu energi terbarukan yang sangat potensial untuk menjadi sumber pemanfaatan energi terbesar adalah energi panas bumi. Di tengah rencana transisi penggunaan energi terbarukan tersebut, tidak banyak yang sadar bahwa Indonesia memiliki potensi energi terbarukan geotermal (panas bumi) terbesar di dunia. Sampai saat ini, pemanfaatan potensi tersebut belum maksimal. Posisi Indonesia dalam wilayah tumbukan lempeng tektonik dan garis khatulistiwa membuat negara ini memiliki cadangan energi yang besar. Indonesia memiliki cadangan energi fosil seperti minyak, gas dan batu bara dan cadang energi nonfosil seperti energi geotermal, air, angin, dan matahari. Penggunaan energi fosil bersifat merusak lingkungan dan cadangannya yang terus menipis. Maka ketergantungan terhadap energi fosil harus dikurangi dengan menggantinya dengan energi terbarukan dengan cadangan yang berlimpah, salah satunya geotermal (Daud & Gaffar, 2019).

Panas bumi memiliki banyak keuntungan jika dibandingkan dengan energi bahan bakar fosil atau jenis energi alternatif lainnya, panas bumi dapat menyediakan energi pada tingkat yang konstan dan tidak tergantung pada cuaca atau pertimbangan musim. Panas bumi dapat melengkapi sumber energi baru dan terbarukan lainnya seperti tenaga air, angin dan surya. Pengembangan panas bumi menghasilkan emisi udara yang sangat rendah (dapat diabaikan). Panas bumi memiliki jejak permukaan kecil dibandingkan dengan beberapa jenis energi lainnya. Mengusahakan produksi energi panas bumi untuk menggantikan listrik atau panas produksi yang ada dari bahan bakar berbasis karbon dapat membantu Pemerintah dalam komitmennya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (US Departement of Energy, 2014; Mary et al., 2017).

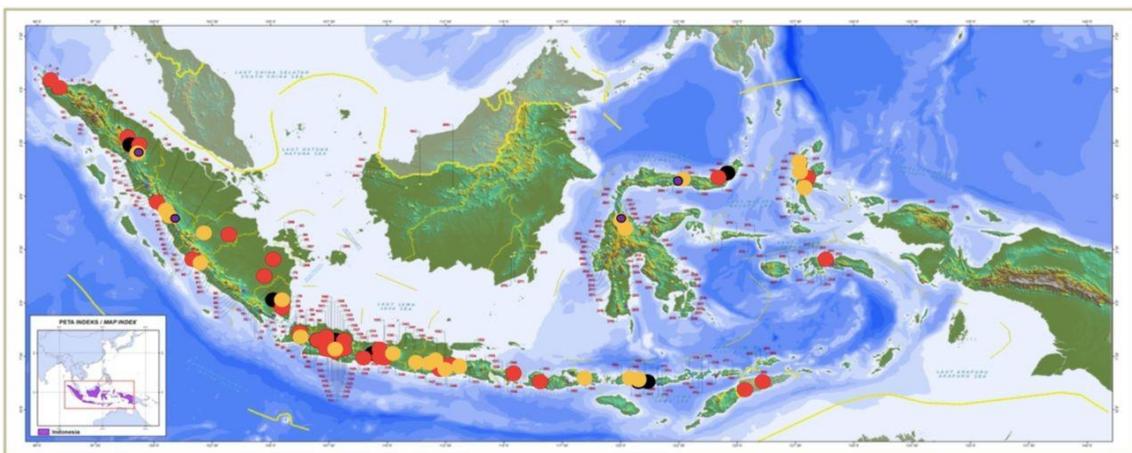
Melihat potensi pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia perlu di perhatikan bahwa hal itu bukanlah isapan jempol belaka. Karena jumlah potensi sumber daya geotermal Indonesia sekitar 11.073 Megawatt listrik (MWe) dan cadangannya sekitar 17.506 MWe. Kapasitas pembangkit listrik secara nasional yang pada akhir 2016 memproduksi listrik 59,6 Gigawatt (GWe) atau 59.600 MWe. Maka, jika potensi tersebut digunakan semua sebagai pembangkit listrik, maka menambah kapasitas 18% dari total produksi listrik saat ini. Angka tersebut bukanlah merupakan angka yang kecil untuk hanya sekedar dilewatkan (Daud & Gaffar, 2019). Sehingga, perencanaan energi dalam bidang ini harus diperhatikan sedemikian rupa sehingga pemanfaatannya dapat direalisasikan dengan maksimal.

Penyebaran sumber energi geotermal ini hampir merata, bisa ditemukan lebih dari 300 titik dari Sabang sampai Merauke. Energi ini dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik dan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber tenaga listrik. Kebijakan pemanfaatan energi geotermal secara serius akan dapat mengatasi krisis listrik yang saat ini sangat menghantui masyarakat Indonesia (Daud & Gaffar, 2019).

Dalam hal ini, masalah yang ditentukan dalam rangka perencanaan energi panas bumi di Indonesia yaitu bagaimana potensi kelayakan penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) di Indonesia dan bagaimana realisasi perencanaan energi panas bumi di Indonesia.

## 2. Potensi Sumber Daya Energi Primer Panas Bumi

Potensi energi panas bumi di Indonesia sangat melimpah. Hal itu tak lepas dari geografis Indonesia yang berada di zona cincin api pasifik (pacific ring of fire). Deretan gunung api menjulang hampir di setiap provinsi. Keberadaan energi ini membentang dari pulau Sumatera, Jawa, Bali, Flores, Sulawesi Utara dan Maluku dengan 312 titik potensi yang ada. Kekayaannya mencapai 40% sumber daya dunia, Indonesia tercatat sebagai salah satu negara dengan potensi panas bumi terbesar di dunia dengan potensi lebih dari 23,9 gigawatt (GW) atau mencapai 29 GWe. Energi panas bumi memiliki sifat site specific (tidak dapat di ekspor). Sehingga, apabila dimanfaatkan secara optimal, pemanfaatan energi panas bumi sangat layak untuk digunakan secara efisien, efektif, dan produktif untuk memenuhi kebutuhan energi masyarakat hingga  $\pm 20\%$  dari total konsumsi listrik nasional (Kementerian ESDM, 2016; KESDM, 2017).



**Gambar 1.** Sebaran Potensi Panas Bumi di Indonesia (KESDM, 2017)

Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) pun menargetkan kapasitas terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) mencapai 7.000 megawatt (MW) pada 2025. Sejalan dengan RUEN, bauran energi dari EBT ditargetkan mencapai 23% pada 2025. Konsumsi energi per kapita mencapai 1,4 ton of oil equivalent (ToE) dan konsumsi listrik per kapita sebanyak 2.500 kWh. Selanjutnya, di 2050, bauran energi dari EBT diproyeksikan terus meningkat hingga 31% dengan konsumsi energi per kapita mencapai 3,2 ToE dan konsumsi listrik per kapita mencapai 7.000 kWh (EBTKE, 2020b).

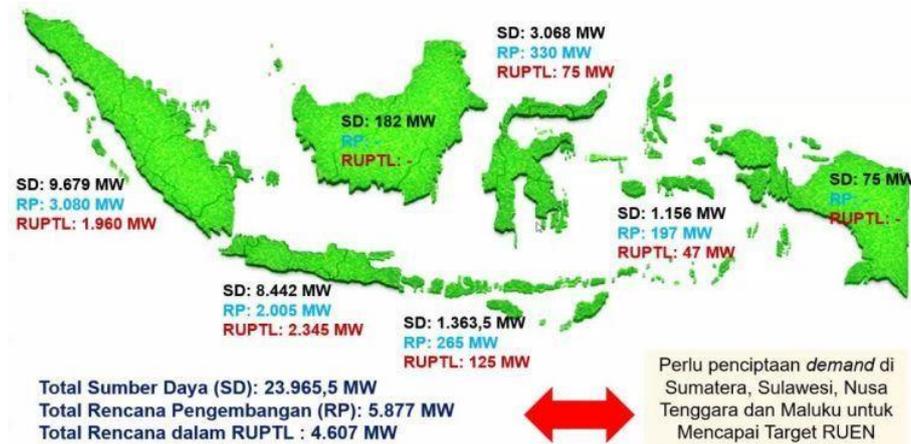
## 3. Pemanfaatan Sumber Daya Energi Primer Panas Bumi

Memiliki potensi sekitar 23,9 GW dan berbagai kelebihannya, panas bumi menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang diharapkan mampu mendorong realisasi bauran EBT sebesar 23% pada tahun 2025. Selain pemanfaatannya yang tidak bergantung kepada bahan bakar, panas bumi juga bersifat ramah lingkungan serta berperan penting dalam kontribusi pengembangan infrastruktur daerah dan perekonomian di wilayah sekitar (EBTKE, 2020c).



**Gambar 2.** Potensi dan Implementasi Pengembangan EBT (EBTKE, 2019)

Menurut data IEA (International Energy Agency), emisi CO<sub>2</sub> panas bumi hanya sekitar 75 gr/kWh, sementara emisi CO<sub>2</sub> BBM sekitar 772 gram/kWh dan 995 gram/kWh untuk PLT Batubara. Pemanfaatan panas bumi juga tidak tergantung seperti pembangkit energi seperti Pembangkit Energi fosil yang kecenderungannya harga tidak stabil dan mengikuti perkembangan harga minyak dunia. Pembangkit panas bumi dapat pula dioperasikan sampai 95% dari kapasitas terpasang dengan waktu operasi yang dapat mencapai lebih dari 30 tahun (EBTKE, 2020a). Potensi panas bumi yang dimiliki Indonesia sangatlah besar yaitu sekitar 23,9 GW, IEA mengungkapkan pemanfaatan panas bumi secara nasional baru 8% atau sekitar 2.130,7 MW. Pemanfaatan panas bumi pada saat ini setara dengan pemakaian BBM domestik sebesar 32.000\* BOE per hari (= 92.000 BOE per hari minyak mentah) atau sekitar 81.200 BOE\* per hari BBM domestik pada tahun 2025 jika target RUPTL sebesar 6.310 MW tercapai. Perhitungan ini dengan asumsi 1 MWh PLTP = 0,613 SBM (HESSI, KESDM 2018; EBTKE, 2020a).



**Gambar 3.** Rencana Pengembangan Panas Bumi 2020 – 2030 (EBTKE, 2020a)

Pemerintah menargetkan pengembangan panas bumi hingga satu dasawarsa kedepan (tahun 2020-2030) mencapai 8.007,7 MW. Ini artinya, dengan kapasitas terpasang saat ini yaitu 2.130,7 MW, masih diperlukan sekitar 177 proyek pengembangan panas bumi dengan kapasitas total sekitar 5.877 MW hingga tahun 2030. Di sisi lain, pengembangan panas bumi masih memerlukan insentif

tambahan untuk mencapai kelayakan proyeknya ditengah tingginya resiko eksplorasi dan keterbatasan akses infrastruktur ke lokasi pengembangan (EBTKE, 2020a).

Pemerintah telah menyiapkan beberapa strategi percepatan pengembangan panas bumi (EBTKE, 2020a), antara lain sebagai berikut:

- 1) Penyiapan skema insentif atau pengaturan tarif yang mempertimbangkan keekonomian proyek PLTP.
- 2) Melakukan eksplorasi panas bumi hingga pengeboran dalam rangka peningkatan kualitas data wilayah panas bumi yang akan ditawarkan kepada badan usaha.
- 3) Sinergi BUMN dalam pengembangan panas bumi.
- 4) Optimalisasi sumber daya panas bumi pada WKP yang telah berproduksi dengan pengembangan/ekspansi dan pengembangan pembangkit skala kecil.
- 5) Mengembangkan sumber daya panas bumi di wilayah Indonesia bagian timur.
- 6) Penciptaan demand pada daerah yang memiliki sumber daya panas bumi tinggi namun demand-nya rendah.
- 7) Sinergi dengan masyarakat dan Pemerintah Daerah untuk mengelola isu sosial/resistensi dalam pengembangan panas bumi.
- 8) Monitoring dan evaluasi pelaksanaan proyek panas bumi secara Nasional yang melibatkan KESDM (Badan Geologi, DJ EBTKE, DJ Ketenagalistrikan), KLHK, Kemenkeu, Bappenas, Kemen Perindustrian, BKPM, Pemda, dll.
- 9) Join study dan knowledge sharing antar stakeholders dalam pengembangan panas bumi.

Dalam rangka rencana pengembangan 2020-2030, proyek – proyek panas bumi memiliki karakteristik sebagai berikut.



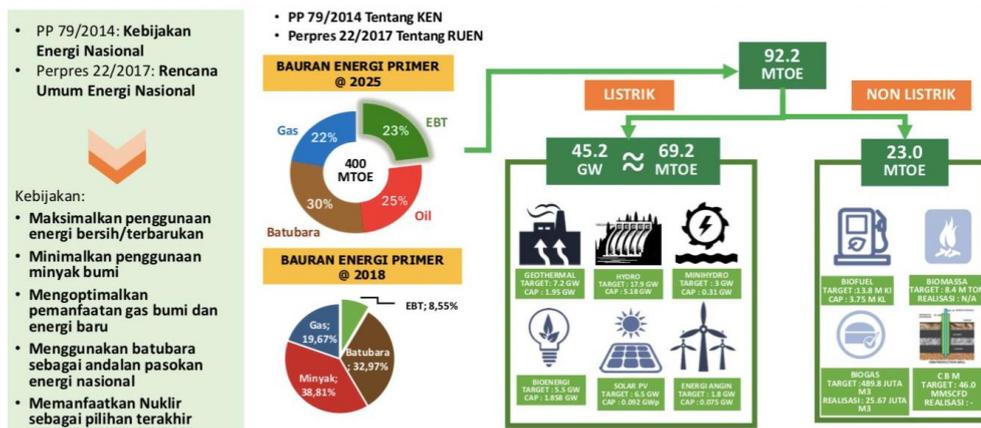
**Gambar 4.** Karakteristik Proyek Panas Bumi Rencana Pengembangan 2020 – 2030 (EBTKE, 2020a)

Pengembangan energi baru dan terbarukan di Indonesia memiliki beberapa dasar hukum yang mendukung. Mulai dari Undang-Undang (UU), Peraturan Pemerintah (PP), Peraturan Presiden (Perpres), Peraturan Menteri (Permen), dan peraturan terkait lainnya. Selain itu didukung juga dengan strategi yang dilakukan kementerian ESDM untuk mencapai visi dan misi Indonesia dalam pengembangan energi baru dan terbarukan.

#### 4. Arah Kebijakan Energi Primer Panas Bumi

##### 4.1. Kebijakan Energi Nasional (KEN) Panas Bumi

Dasar hukum pemanfaatan energi panas bumi terletak dalam PP no 79 tahun 2014 tentang kebijakan energi Nasional. Hal itu tertuang dalam Paragraf 3 Pemanfaatan Sumber Daya Energi Nasional Pasal 12 yang menjelaskan bahwa pemanfaatan Sumber energi terbarukan dari jenis energi aliran dan terjunan air, energi panas bumi, energi gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut, dan energi angin diarahkan untuk ketenagalistrikan (PP No 79, 2014).



Gambar 5. KEN dan RUEN Panas Bumi (Sumber: EBTKE, 2019)

Berdasarkan data pada Gambar 5. dapat dilihat bahwa pemerintah berencana agar pemanfaatan energi baru terbarukan dimaksimalkan. Hal itu tertuan kedalam sejumlah peraturan tentang Kebijakan Energi dan rencana umum energi nasional. Sehingga pemanfaatan listrik bisa mencapai target capaian 92,2 MTOE pada tahun 2025 yang diarahkan menjadi pemanfaatan listrik dengan target capaian 69,2 MTOE dan non listrik dengan target capaian 23,0 MTOE. Untuk pemanfaatan energi panas bumi sendiri ditargetkan 7,2 GW per tahun 2025, namun baru tercapai sekitar 1,95 GW pada tahun 2018.

##### 4.2. Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) Panas Bumi

Sebaran Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) per provinsi (Perpres No 22, 2017), dapat dilihat pada Tabel 1.

PLTM dikategorikan untuk pembangkit listrik tenaga air pada daya antara 100 kW hingga 5.000 kW sementara PLTMH menghasilkan daya kurang dari 100 kW. Dengan daya yang kecil hingga sedang, PLTM dan PLTMH dibangun pada saluran irigasi atau sungai pada daratan yang berbukit sehingga terdapat energi mekanik aliran air. Komponen utama dari pembangkit listrik ini diantaranya reservoir, pipa pesat, turbin air, generator, dan saluran pembuangan sebagaimana pada PLTA tetapi dengan kapasitas yang lebih kecil. Dengan daya yang dihasilkan PLTM dan PLTMH dapat dihubungkan dengan jaringan listrik yang terkoneksi dengan pembangkit lainnya (*on grid*) atau dapat langsung digunakan untuk sejumlah pemukiman atau keperluan tertentu (*off grid*). Pembangkit ini cocok digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di wilayah pedalaman yang memiliki potensi energi air (Schnitzer 2011).

**Tabel 1.**  
 Potensi Panas Bumi per Provinsi

No	Provinsi	Potensi (MW)						
		Sumber Daya			Cadangan			
		Speculate	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
	Total	7.056	4.943	11.999	14.435	823	2.288	17.546

Acuan indikasi rencana pengembangan panas bumi per provinsi berdasarkan potensi, komersialisasi, dan kebutuhan energi di setiap provinsi (Perpres No 22, 2017), dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.**  
 Indikasi Rencana Penyediaan Kapasitas PLTP per Provinsi Tahun 2015-2025

Provinsi	Total Kapasitas Terpasang per Tahun										
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Jawa Barat	1.164,0	1.194,0	1.194,0	1.194,0	1.269,0	1.449,0	1.569,0	1.767,0	1.767,0	1.917,0	1.972,0
Lampung	110,0	165,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	275,0	495,0	605,0	825,0
Sumatera Utara	12,0	122,0	232,0	342,0	347,0	507,0	587,0	587,0	587,0	717,0	717,0
Jawa Tengah	60,0	60,0	70,0	70,0	80,0	140,0	200,0	420,0	640,0	710,0	710,0
Jawa Timur	-	-	-	-	-	55,0	165,0	165,0	220,0	440,0	520,0
Bengkulu	-	-	-	55,0	110,0	140,0	140,0	255,0	255,0	340,0	505,0
Sumatera Selatan	-	-	55,0	110,0	110,0	201,0	201,0	256,0	371,0	371,0	505,0
Sumatera Barat	-	-	-	-	80,0	80,0	80,0	100,0	100,0	300,0	300,0
Sulawesi Utara	80,0	100,0	125,0	130,0	150,0	150,0	170,0	170,0	170,0	210,0	250,0
Aceh	-	-	-	-	10,0	10,0	10,0	65,0	65,0	120,0	230,0
Jami	-	-	-	-	55,0	60,0	115,0	115,0	145,0	145,0	200,0
Banten	-	-	-	-	-	-	-	110,0	110,0	150,0	150,0
Nusa Tenggara Timur	12,5	12,5	12,5	12,5	42,5	77,5	82,5	92,5	105,5	102,5	117,5
Maluku Utara	-	-	-	-	-	-	-	20,0	20,0	55,0	70,0
Sulawesi Tengah	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,0
Nusa Tenggara Barat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	40,0
Sulawesi Tenggara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0
Gorontalo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	20,0
Maluku	-	-	-	-	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Bali	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0
Kalimantan Tengah	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	1.438,5	1.653,5	1.908,5	2.133,5	2.493,5	3.109,5	3.559,5	4.417,5	5.070,5	6.242,5	7.241,5
Tambahan/Tahun	-	215,0	255,0	225,0	360,0	616,0	450,0	858,0	653,0	1.172,0	999,0

Untuk mencapai sasaran pengembangan PLTP di atas, kegiatan yang dilakukan (Perpres No 22, 2017), antara lain:

- 1) Menugaskan Badan Usaha Milik Negara (BUMN)/Badan Layanan Umum (BLU) untuk mengembangkan PLTP.
- 2) Mengalokasikan pembiayaan pengembangan panas bumi melalui Penyertaan Modal Negara (PMN) dan pinjaman kepada BUMN.

- 3) Meningkatkan kualitas dan kuantitas survei potensi sumber daya dan cadangan panas bumi.
- 4) Melakukan pelelangan WK panas bumi minimal 7 WK per tahun.
- 5) Menyiapkan rekomendasi WK panas bumi minimal 4 WK per tahun.
- 6) Memberikan penugasan survei pendahuluan dan/atau eksplorasi kepada Badan Usaha.
- 7) Menyusun kebijakan harga jual listrik panas bumi.
- 8) Meningkatkan survei pendahuluan dan/atau eksplorasi oleh instansi Pemerintah.

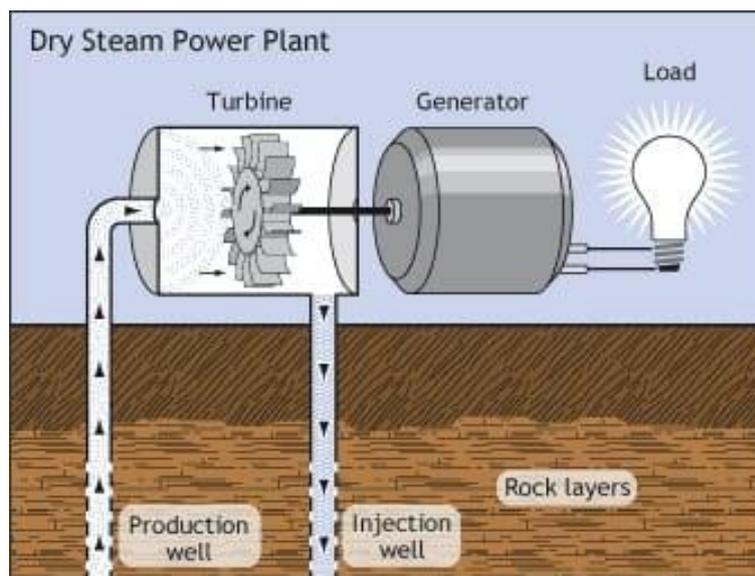
## 5. Teknologi Energi Primer Panas Bumi

Dalam ulasan selanjutnya dibawah ini akan dijelaskan beberapa teknologi pembangkit panas bumi berbasis panas bumi. Pembangkit yang digunakan untuk mengkonversi fluida geothermal menjadi tenaga listrik secara umum mempunyai komponen yang sama dengan *power plants* lain yang bukan berbasis geothermal, yaitu terdiri dari generator, turbin sebagai penggerak generator, *heat exchanger*, *chiller*, pompa, dan sebagainya. Saat ini terdapat tiga macam teknologi pembangkit panas bumi (*geothermal power plants*) yang dapat mengkonversi panas bumi menjadi sumber daya listrik, yaitu *dry steam*, *flash steam*, dan *binary cycle*. Ketiga macam teknologi ini pada dasarnya digunakan pada kondisi yang berbeda-beda (ESDM, 2010).

### 5.1. *Dry Steam Power Plants*

Pembangkit tipe ini adalah yang pertama kali ada. Pada tipe ini uap panas (*steam*) langsung diarahkan ke turbin dan mengaktifkan generator untuk bekerja menghasilkan listrik. Sisa panas yang datang dari *production well* dialirkan kembali ke dalam reservoir panas bumi berupa uap dengan suhu lebih besar dari 370°C melalui *injection well* (Alisafa, n.d.; ESDM, 2010).

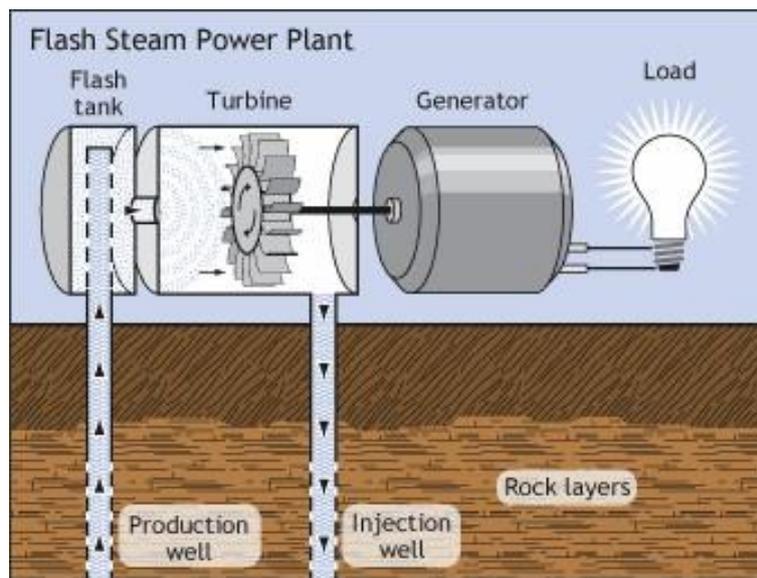
Pembangkit tipe tertua ini pertama kali digunakan di Lardarello, Italia, pada 1904 dimana saat ini masih berfungsi dengan baik. Di Amerika Serikat pun *dry steam power* masih digunakan seperti yang ada di Geysers, California Utara (ESDM, 2010).



Gambar 6. *Dry Steam Power Plant* (Sumber: U.S. Departement of Energy, 2014)

### 5.2. Flash Steam Power Plants

Panas bumi yang berupa fluida misalnya air panas alam (*hot spring*) di atas suhu 175°C dapat digunakan sebagai sumber pembangkit *Flash Steam Power Plants*. Fluida panas tersebut dialirkan ke dalam tangki *flash* yang tekanannya lebih rendah sehingga terjadi uap panas secara cepat. Uap panas yang disebut dengan *flash* inilah yang menggerakkan turbin untuk mengaktifkan generator yang kemudian menghasilkan listrik. Sisa panas yang tidak terpakai masuk kembali ke reservoir panas bumi berupa air dengan suhu antara dari 170°C – 370°C melalui *injection well* (Alisafa, n.d.; ESDM, 2010). Contoh dari *Flash Steam Power Plants* adalah Cal-Energy Navy I *flash geothermal power plants* di Coso Geothermal field, California, USA (ESDM, 2010).



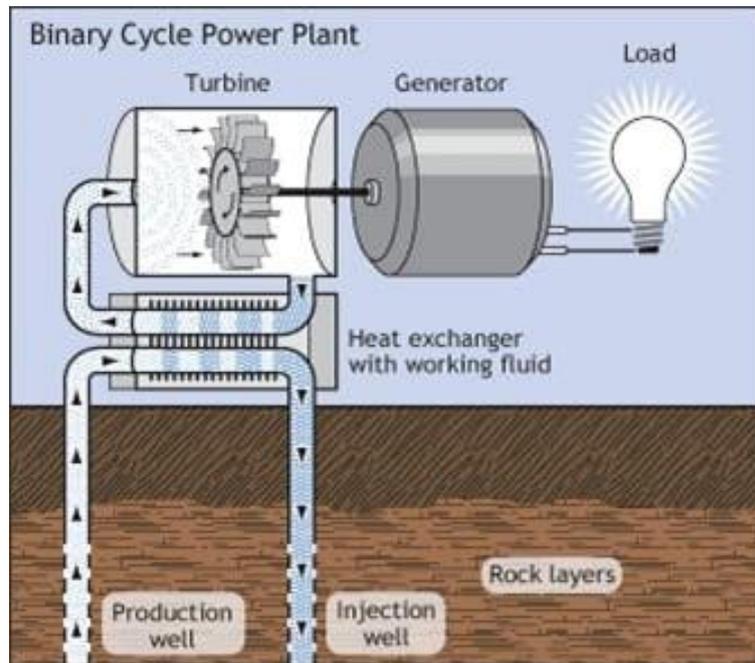
Gambar 7. Flash Steam Power Plant (Sumber: U.S. Departement of Energy, 2014)

### 5.3. Binary Cycle Power Plants (BCPP)

BCPP menggunakan teknologi yang berbeda dengan kedua teknologi sebelumnya yaitu *dry steam* dan *flash steam*. Pada BCPP air panas atau uap panas yang berasal dari sumur produksi (*production well*) tidak pernah menyentuh turbin. Air panas bumi digunakan untuk memanaskan apa yang disebut dengan *working fluid* pada *heat exchanger*. *Working fluid* kemudian menjadi panas dan menghasilkan uap berupa flash. Uap yang dihasilkan di *heat exchanger* tadi lalu dialirkan untuk memutar turbin dan selanjutnya menggerakkan generator untuk menghasilkan sumber daya listrik. Uap panas yang dihasilkan di *heat exchanger* inilah yang disebut sebagai *secondary (binary) fluid*. *Binary Cycle Power Plants* ini sebetulnya merupakan sistem tertutup. Jadi tidak ada yang dilepas ke atmosfer. Keunggulan dari BCPP ialah dapat dioperasikan pada suhu rendah yaitu 90-175°C (ESDM, 2010).

Contoh penerapan teknologi tipe BCPP ini ada di *Mammoth Pacific Binary Geothermal Power Plants* di Casa Diablo geothermal field, USA. Diperkirakan pembangkit listrik panas bumi BCPP akan semakin banyak digunakan dimasa yang akan datang. Khusus untuk PLTP binary cycle, BPPT telah merancang bangun dan menguji prototype PLTP Binary Cycle kapasitas 2KW dengan menggunakan fluida hidrokarbon sebagai fluida kerjanya. Selain itu BPPT telah merencanakan kegiatan Pengembangan PLTP Skala Kecil 2010-2014 yang meliputi 2 kegiatan utama, yaitu, pengembangan PLTP *Binary Cycle* dengan kapasitas 1 MW (target 2014) melalui tahapan prototipe 2 KW (2008) dan

pilot project 100 KW (2012), serta pengembangan PLTP teknologi *condensing turbine* dengan kapasitas 2-5 MW (2011 dan 2013) (ESDM, 2010).



Gambar 8. Binary Cycle Power Plant (Sumber: U.S. Departement of Energy, 2014)

## 6. Keekonomian Energi Primer Panas Bumi

Panas bumi merupakan sumber energi terbarukan yang sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Potensi energi panas bumi Indonesia tercatat 28.579 MW, namun baru termanfaatkan untuk pembangkit listrik sekitar 1.712,5 MW. Salah satu kendala terbesar di dalam pengembangan panas bumi untuk pembangkit listrik adalah tingkat keekonomian tarif listrik panas bumi. Tarif keekonomian yang ditetapkan pemerintah tidak selalu dapat menjamin keekonomian proyek listrik panas bumi yang ada. Paper ini mencoba melihat keekonomian tarif listrik panas bumi yang terbaru ditetapkan pemerintah. Simulasi perhitungan dilakukan untuk menghitung keekonomian proyek listrik panas bumi di suatu wilayah. Indikator keekonomian yang digunakan adalah *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Pay Out Time* (POT). Dari simulasi perhitungan yang dilakukan, ditemukan bahwa untuk dapat mencapai tingkat keekonomian yang layak perlu ada penyesuaian tarif listrik panas bumi yang ada (Rakhmanto, 2016).

Kementerian ESDM menyatakan kebutuhan investasi untuk menambah kapasitas pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) jadi 7.200 MW pada 2025 sekitar US\$15 miliar. Direktur Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) Kementerian ESDM FX Sutijastoto mengatakan proyek pengembangan PLTP memiliki nilai sebesar US\$3 juta untuk menghasilkan 1 MW listrik. Artinya, jika mengikuti target Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yang sebesar 7.200 MW pada 2025, total investasi yang dibutuhkan sekitar US\$15 miliar (Wiratmini, 2019).

Pelaku usaha panas bumi mengakui pengembangan listrik berbasis geothermal di Indonesia terhambat, karena skema tarif pembelian listrik yang masih menjadi tarik-ulur sehingga potensi 59 PLTP (pembangkit listrik panas bumi) belum bisa diberdayakan. Padahal potensi panas bumi sangat besar. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), ada 59 proyek PLTP berkapasitas total 2.145 megawatt (MW) yang siap konstruksi tetapi belum memiliki

*Power Purchase Agreement* (PPA). Di luar itu, sebanyak 14 proyek PLTP (825 MW) masih dalam proses negosiasi/amandemen PPA (Gunawan, 2019).

Ketua Umum Asosiasi Panas bumi Indonesia (API) Prijandaru Effendi mengatakan Indonesia membutuhkan investasi sekitar US\$36,24 miliar untuk menambah kapasitas terpasang PLTP sebesar 8.000 MW hingga 2030. Menurutnya, kebutuhan investasi untuk 1 MW mencapai kisaran US\$5 juta atau sedikit di bawah angka tersebut. Lebih lanjut dijelaskan bahwa investasi proyek PLTP memang besar karena pengembang tidak hanya perlu membangun pembangkit maupun mengebor sumur, tetapi juga membangun infrastruktur setempat. Setidaknya, biaya yang perlu dikeluarkan pengembang untuk mengebor sumur dapat mencapai US\$7 juta. Biaya proyek tersebut belum termasuk infrastruktur yang perlu dibangun. Dengan biaya pinjaman yang tinggi dan ditambah tingginya investasi, keuntungan investasi yang harus didapat pengembang setidaknya mampu mencapai 13 persen hingga 14 persen (Wiratmini, 2019).

## 7. Kesimpulan

Indonesia tercatat sebagai salah satu negara dengan potensi panas bumi terbesar di dunia dengan potensi lebih dari 23,9 gigawatt (GW) atau mencapai 29 GWe. Pemanfaatan panas bumi secara nasional baru 8% atau sekitar 2.130,7 MW. Pemanfaatan panas bumi pada saat ini setara dengan pemakaian BBM domestik sebesar 32.000\* BOE per hari (92.000 BOE per hari minyak mentah) atau sekitar 81.200 BOE\* per hari BBM domestik pada tahun 2025. Sementara itu, arah kebijakan energi diarahkan untuk ketenagalistrikan sesuai (PP No 79, 2014). Teknologi yang digunakan dalam pemanfaatan energi panas bumi pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi yaitu dry steam, flash steam, dan binary cycle. Ketiga macam teknologi ini pada dasarnya digunakan pada kondisi yang berbeda-beda. Kebutuhan investasi untuk 1 MW mencapai kisaran US\$5 juta atau sedikit di bawah angka tersebut. Keuntungan investasi yang harus didapat pengembang setidaknya mampu mencapai 13% hingga 14%.

## Daftar Pustaka

Alisafa, L. O. (n.d.). Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi ( PLTP ) di Desa Kaindi Kecamatan Lainya Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara. 1–9.

Daud, Y., & Gaffar, M. (2019). Energi geotermal di Indonesia: potensi, pemanfaatan, dan rencana ke depan. *The Conversation*. <http://theconversation.com/energi-geotermal-di-indonesia-potensi-pemanfaatan-dan-rencana-ke-depan-112921>

EBTKE. (2019). Pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia (pp. 1–3). Kementerian ESDM.

EBTKE. (2020a). Ini Strategi Pemerintah Untuk Percepatan Pengembangan Panas Bumi. Direktorat Jenderal EBTKE - Kementerian ESDM.

<https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/06/18/2562/ini-strategi-pemerintah-untuk-percepatan-pengembangan-panas-bumi?lang=en>

EBTKE. (2020b). Kembangkan Panas Bumi, Pemerintah Terus Lakukan Berbagai Terobosan. Direktorat Jenderal EBTKE - Kementerian ESDM. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/09/21/2626/kembangkan-panas-bumi-pemerintah-terus-lakukan-berbagai-terobosan>

EBTKE. (2020c). Potensi Besar Panas Bumi Diharap Mampu Dongkrak Bauran Energi. Direktorat Jenderal EBTKE - Kementerian ESDM. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/07/30/2598/potensi-besar-panas-bumi-diharap-mampu-dongkrak-bauran-energi>

- 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>
- Fandari, A. El, Daryanto, A., & Suprayitno, G. (2014). Pengembangan Energi Panas Bumi yang Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 17(1), 68–82.
- 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>
- 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)
- 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.
- 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.
- Perpres No 22. (2017). Lampiran I Perpres Nomor 22 Tahun 2017.pdf.
- PP No 79. (2014). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2014 Tentang Ketahanan Energi nasional.
- Rakhmanto, P. A. (2016). Keekonomian Listrik Panas Bumi. *Jurnal Petro*, VOLUME V, Agustus 2016 p- ISSN: 1907-0438.
- U.S. Departement of Energy. (2014). Electricity Generation. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. <https://www.energy.gov/eere/geothermal/electricity-generation>
- Wiratmini, N. P. E. (2019). Kebutuhan Investasi Pembangkit Panas Bumi hingga 2025 Mencapai US\$15 Miliar. *Bisnis.Com*. [https://ekonomi.bisnis.com/read/20190813/44/113\\_6115/kebutuhan-investasi-pembangkit-panas-bumi-hingga-2025-mencapai-us15-miliar](https://ekonomi.bisnis.com/read/20190813/44/113_6115/kebutuhan-investasi-pembangkit-panas-bumi-hingga-2025-mencapai-us15-miliar)