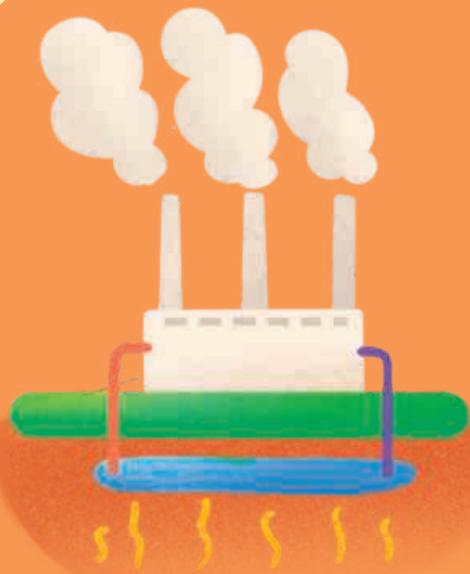
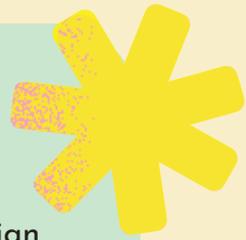


Buku Komunikasi Publik

Panas Bumi





Tentang Buku Ini

Buku ini lahir dari semangat kolaborasi antara Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), khususnya Direktorat Panas Bumi dan SRE. Ditujukan sebagai sarana edukasi yang menyeluruh, buku ini memaparkan ragam informasi tentang energi panas bumi, mulai dari pengertian dasarnya, pemanfaatan baik langsung maupun tidak langsung, manfaat dan risiko, sampai pada regulasi dan peluang karir di bidang ini. Dengan menampilkan tiga tokoh—Gege, Bubu, dan Mimi—pembaca diajak untuk memahami bahwa setiap individu memiliki peran dan cara pandang tersendiri dalam mendukung pengembangan panas bumi, tanpa perlu menjadi ahli di semua aspek. Selain mengulas manfaat serta potensi yang ditawarkan, buku ini juga menjawab pertanyaan-pertanyaan umum tentang panas bumi, memaparkan mimpi besar pengembangan panas bumi Indonesia, dan menekankan pentingnya partisipasi bersama untuk mewujudkan target nasional di sektor energi bersih ini. Di bagian akhir, disertakan pula panduan (tool kit) yang membantu pembaca berperan sebagai agen perubahan, agar pesan dan manfaat energi panas bumi dapat tersampaikan dengan tepat, efektif, dan berdampak positif bagi lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Buku *Komunikasi Panas Bumi* ini dapat terbit berkat dukungan dan kontribusi besar dari PT Pertamina (Persero), PT Pertamina Geothermal Energy Tbk, PT Supreme Energy, dan PT Geo Dipa, yang bekerja sama dengan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). Kami juga berterima kasih kepada rekan-rekan di SRE (Society of Renewable Energy) yang telah memberikan sumbangan berarti bagi proses penyusunan dan penerbitan buku ini.

Kami menyampaikan apresiasi yang mendalam kepada semua pihak yang terlibat dalam penulisan, penyuntingan, serta penyempurnaan buku ini. Keahlian, wawasan, dan dedikasi mereka sangat berperan dalam memastikan buku ini dapat diselesaikan dan bermanfaat bagi khalayak luas.

Penafian

Buku ini beserta materi yang tercantum di dalamnya disediakan "sebagaimana adanya" (as is). Segala tindakan kewajaran telah dilakukan oleh KESDM dan SRE untuk memverifikasi keakuratan materi dalam publikasi ini. Namun, baik KESDM, SRE, maupun karyawan, anggota, atau penyedia konten pihak ketiga mana pun tidak memberikan jaminan dalam bentuk apa pun, baik tersurat maupun tersirat, serta tidak bertanggung jawab atas konsekuensi apa pun yang muncul dari penggunaan publikasi atau materi yang terkandung di dalamnya.

Informasi yang tertuang di dalam publikasi ini tidak serta-merta mencerminkan pandangan seluruh anggota KESDM maupun SRE. Penyebutan perusahaan, proyek, atau produk tertentu tidak serta-merta berarti keduanya—KESDM atau SRE—mendukung atau merekomendasikannya jika dibandingkan dengan proyek atau produk lain yang sejenis namun tidak disebutkan.



HAK CIPTA

Buku ini dapat digunakan untuk penelitian, pengajaran, studi pribadi, dan tujuan nonkomersial lainnya, asalkan sumber publikasi ini diakui. Materi yang terdapat dalam publikasi ini, baik sebagian maupun keseluruhan, dilindungi oleh hak cipta.

Silakan sitasi publikasi ini sebagai:

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) & Society of Renewable Energy (SRE) Indonesia. (2024). Buku Komunikasi Panas Bumi. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM)

Tanggal Publikasi:
February 2025

Tentang Society of Renewable Energy (SRE) Indonesia

Society of Renewable Energy (SRE) Indonesia adalah organisasi nirlaba yang bertujuan mempromosikan dan mendukung target Indonesia dalam mencapai nol emisi bersih (net-zero emissions). Upaya ini dilakukan melalui pemberdayaan generasi muda dan kolaborasi lintas institusi. Saat ini, SRE memiliki lebih dari 5.000 anggota yang tersebar di 50 universitas di seluruh Indonesia.

Alamat:
Grand Wijaya Center Blok E No.8 Lt.3,
Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia, 12160
Situs web: <https://sre.co.id>
Surel: info@sre.co.id



Kata Pengantar

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi panas bumi terbesar di dunia. Kekayaan sumber daya ini bukan hanya potensi, tetapi juga tanggung jawab bersama dalam mengelolanya sebagai bagian dari solusi energi berkelanjutan. Dalam konteks krisis iklim global dan komitmen terhadap transisi energi bersih, pengembangan panas bumi harus didorong secara optimal sebagai energi yang stabil, ramah lingkungan, dan dapat dimanfaatkan dalam jangka panjang.

Perkembangan zaman memberikan ruang yang luas untuk mendorong investasi, inovasi, dan keterlibatan yang lebih aktif dari seluruh pemangku kepentingan, termasuk masyarakat. Tidak hanya untuk pembangkitan listrik, pemanfaatan panas bumi secara langsung seperti untuk pertanian, pariwisata, dan industri lokal juga membuka peluang besar untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Dalam proses tersebut, komunikasi yang baik menjadi kunci. Edukasi publik mengenai manfaat panas bumi dari sisi ekonomi, sosial, dan lingkungan sangat penting untuk mengubah persepsi masyarakat. Energi panas bumi bukanlah sesuatu yang perlu dikhawatirkan, ini justru merupakan peluang besar bagi kita semua. Peluang untuk meningkatkan kualitas hidup, membuka lapangan kerja yang layak, serta menjaga kelestarian lingkungan bagi generasi mendatang. Agar manfaat ini benar-benar dapat dirasakan bersama, penting bagi kita untuk memastikan bahwa masyarakat tidak hanya menjadi penonton, tetapi juga menjadi bagian dari perjalanan ini. Pelibatan masyarakat dengan komunikasi yang baik menjadi kunci awal kesuksesan, pembangunan energi panas bumi dapat tumbuh dari bawah, kuat, berkelanjutan, dan berpihak pada kebaikan bersama.

Buku *Komunikasi Panas Bumi* ini hadir untuk menjawab kebutuhan tersebut. Buku ini bukan hanya panduan teknis, tetapi juga jembatan antara ilmu dan empati, antara perencana dan warga, antara mimpi energi bersih dan realitas sosial. Kami berharap buku ini menjadi alat bantu yang efektif untuk membangun dialog yang terbuka, adil, dan berkelanjutan dalam setiap pengembangan panas bumi di negeri ini.



Bahlil Lahadalia

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral

Kata Pengantar

Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi (EBTKE), Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Panas bumi adalah kekayaan alam yang sangat strategis bagi masa depan energi Indonesia. Tidak hanya karena Indonesia memiliki potensi luar biasa secara geologis, tetapi juga karena energi ini mampu menyediakan pasokan listrik yang stabil, rendah emisi, dan dapat diandalkan sepanjang tahun. Potensi yang masih sangat besar ini membuka peluang bagi pemanfaatan lebih lanjut di masa depan.

Komunikasi yang baik menjadi kunci dalam pemanfaatan panas bumi di Indonesia. Melalui komunikasi, bangsa Indonesia dapat memperluas pengetahuan serta menumbuhkan kesadaran masyarakat agar dapat bersinergi bersama. Oleh karena itu diperlukan upaya bersama untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman publik terhadap nilai strategis energi panas bumi dalam kehidupan sehari-hari.

Kami memiliki komitmen untuk dapat menciptakan informasi yang faktual dan sesuai substansi. Edukasi kepada masyarakat harus dilakukan secara berkelanjutan dan sesuai dengan kebutuhan lokal. Kita perlu membangun pemahaman bahwa energi panas bumi bukanlah sesuatu yang asing atau menakutkan, melainkan sebuah peluang untuk membangun masa depan yang lebih baik, dari sisi ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Lebih dari itu, masyarakat perlu dilibatkan secara aktif. Mereka bukan sekadar penerima manfaat, tetapi juga mitra dalam mewujudkan mimpi besar kita bersama: Indonesia yang mandiri energi dan berkelanjutan. Buku *Komunikasi Panas Bumi* ini merupakan upaya strategis untuk memperkuat peran komunikasi dalam proses tersebut, menjadikannya alat untuk membangun kepercayaan, menjembatani pemahaman, dan menginspirasi kolaborasi jangka panjang. Kami percaya terhadap semangat kolaboratif dapat mewujudkan target nasional terutama sejalan dengan Asta Cita Presiden dalam mewujudkan ketahanan energi.



Eniya Listiani Dewi
Direktur Jenderal EBTKE
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Kata Pengantar

Direktur Utama PT Pertamina (Persero)

Sebagai perusahaan energi nasional, Pertamina melalui anak usahanya yaitu Pertamina Geothermal Energy memiliki komitmen kuat dalam mendorong transisi energi yang adil dan berkelanjutan di Indonesia. Salah satu pilar penting dalam perjalanan ini adalah panas bumi, energi bersih yang berasal dari bumi Indonesia sendiri. Potensi panas bumi Indonesia sangat besar, namun pengembangannya masih dapat dikembangkan secara optimal. Di sinilah letak tantangan sekaligus peluang untuk bersama-sama mempercepat pemanfaatannya, demi masa depan energi nasional yang mandiri dan berkelanjutan.

Pertamina percaya bahwa pengembangan panas bumi harus memberi manfaat langsung bagi masyarakat, baik melalui pembangkitan listrik maupun melalui pemanfaatan langsung di sektor pertanian, pariwisata, dan industri lokal. Ini bukan sekadar tentang energi, tetapi tentang membuka akses, meningkatkan kesejahteraan, dan menciptakan ekosistem pembangunan yang inklusif.

Edukasi publik menjadi langkah awal yang penting untuk menumbuhkan pemahaman bersama bahwa energi panas bumi adalah peluang yang membawa manfaat bagi banyak aspek kehidupan. Melalui komunikasi yang jujur dan empatik, kita bisa bersama-sama membangun pemahaman bahwa energi ini hadir untuk memperkuat perekonomian lokal, melindungi pelestarian lingkungan, dan memperkuat ketahanan sosial.

Pertamina percaya, semangat nasionalisme ini bisa semakin terbentuk dengan adanya komunikasi yang baik. Mendukung Asta Cita Presiden, Pertamina menyambut baik kolaborasi yang dijalankan oleh Pemerintah dengan Society of Renewable Energy (SRE) sebagai komunitas yang memiliki kepedulian tinggi untuk mewujudkan ketahanan energi Indonesia.

Buku *Komunikasi Panas Bumi* ini hadir sebagai upaya untuk mengajak semua pihak terlibat dalam perjalanan ini. Lebih dari sekadar panduan, buku ini mengajak kita melihat bahwa proyek energi sejatinya adalah tentang membangun masa depan bersama, dengan menghargai suara semua pihak, terutama masyarakat yang menjadi bagian penting dari keberhasilan pembangunan. Pertamina berharap buku dengan gaya bahasa yang sederhana dan mudah dimengerti ini menjadi dorongan praktik komunikasi yang lebih relevan, berkelanjutan, dan berpihak pada kebaikan bersama.

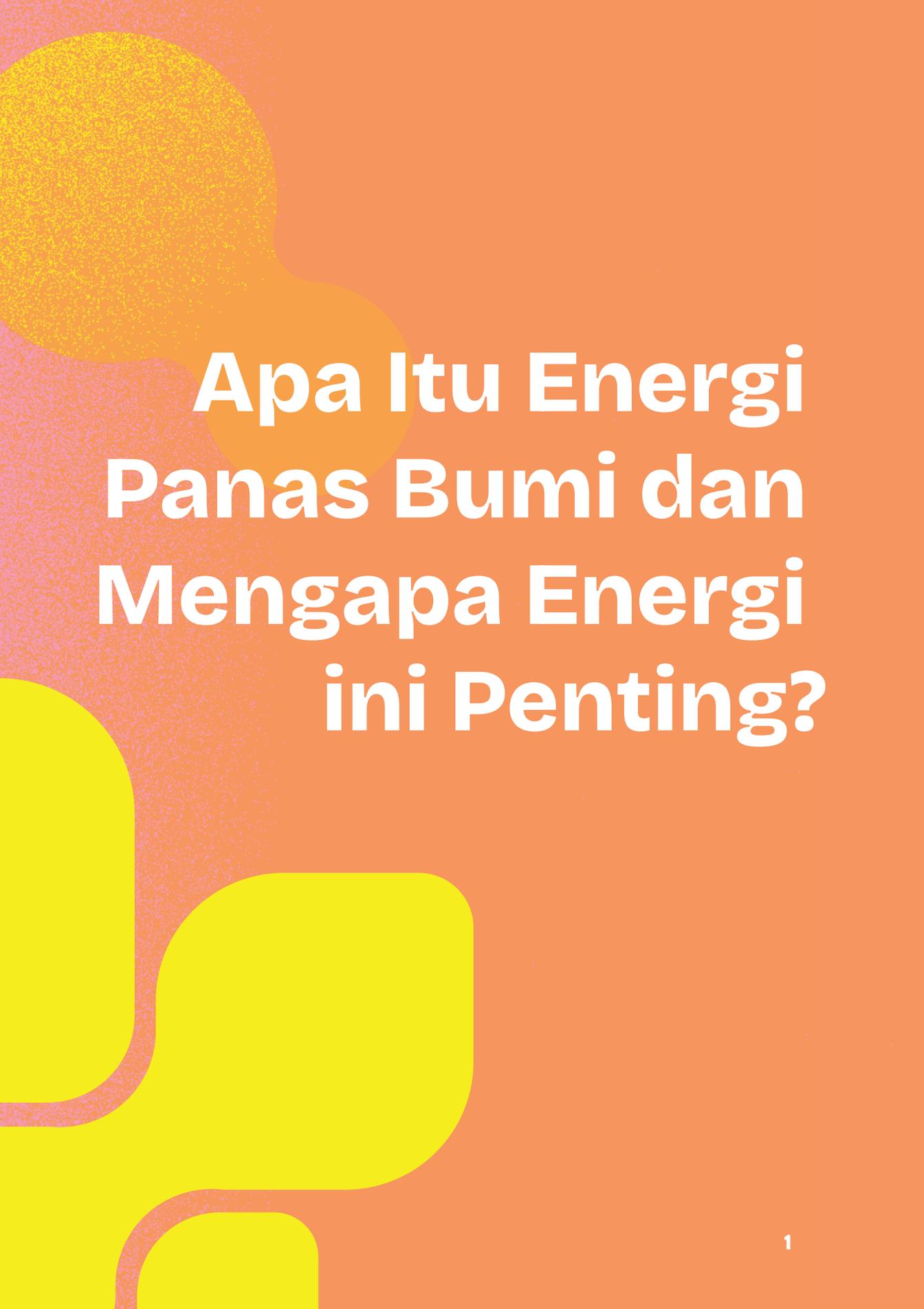


Simon Aloysius Mantiri
Direktur Utama
PT Pertamina (Persero)

DAFTAR ISI

1. Apa Itu Energi Panas Bumi dan Mengapa Energi ini Penting?	1
1.1 Apa sebenarnya energi panas bumi, dan bagaimana ia terbentuk di perut bumi?	2
1.2 Bagaimana kita bisa memanfaatkan energi yang tersembunyi ini?	3
1.3 Apa saja contoh pemanfaatan energi panas bumi secara langsung dan bagaimana manfaatnya untuk masyarakat?	12
1.4 Seberapa besar pemanfaatan panas bumi di dunia dan Indonesia?	21
1.5 Apa manfaat yang ditawarkan panas bumi, dan apakah ada risiko dari energi panas bumi? Bagaimana cara mengelolanya?	26
1.6 Apa saja regulasi yang mendukung pengembangan panas bumi?	30
1.7 Seperti apa peluang tenaga kerja di sektor energi panas bumi, dan keterampilan apa saja yang dibutuhkan?	33
2. Siapa Gege, Bubu, dan Mimi? Apa Hubungannya dengan Kita?	39
2.1 Mengapa mengenal karakter dari pihak yang terlibat itu penting?	40
2.2 Siapa Gege, Bubu, dan Mimi, dan bagaimana karakter mereka?	41
2.3 Bagaimana cara Gege, Bubu, dan Mimi memandang panas bumi?	42

2.4	Padahal, apa potensi manfaat panas bumi yang bisa didapatkan Gege, Bubu, dan Mimi?.....	44
2.5	Siapakah yang paling relevan dengan Anda? Yuk, cari tahu lewat kuis ini!	45
3.	Apa Pertanyaan yang Paling Sering Ditanyakan Tentang Panas Bumi?.....	48
3.1	Panas Bumi 101: "Apa yang wajib diketahui sobat terbaru?"	49
3.2	Gege penasaran: "Bagaimana pengaruh panas bumi terhadap ekonomi?....."	50
3.3	Bubu ingin tahu: "Bagaimana pengaruh panas bumi terhadap sosial?....."	53
3.4	Mimi bertanya: "Bagaimana pengaruh panas bumi terhadap lingkungan?....."	54
4.	Apa Mimpi Besar Panas Bumi Indonesia?.....	56
4.1	Apa target besar Indonesia untuk energi panas bumi di tahun 2030 sampai 2060?.....	57
4.2	Apa yang bisa dilakukan Gege, Bubu, Mimi (dan kita semua) untuk mewujudkannya?	59
4.3	Apa cerita sukses dari pemanfaatan energi panas bumi?.....	60
5.	Bagaimana Peran Kamu dalam Menyuarakan Energi Panas Bumi.....	64
5.1	Apa saja prinsip dasar komunikasi panas bumi yang efektif?.....	66
5.2	Bagaimana memilih cara komunikasi yang sesuai?.....	67
5.3	Apa saja bentuk komunikasi yang ada beserta kelebihan dan kekurangannya?.....	70
5.4	Penting juga bagi kita untuk memonitor dan mengevaluasi kinerja dari komunikasi yang kita sampaikan!.....	71

The background is a solid orange color. On the left side, there are several overlapping, semi-transparent shapes in shades of yellow and orange. These shapes include a large circle at the top left, a smaller circle below it, and several rounded rectangular shapes at the bottom left, some of which are partially cut off by the edge of the page.

Apa Itu Energi Panas Bumi dan Mengapa Energi ini Penting?



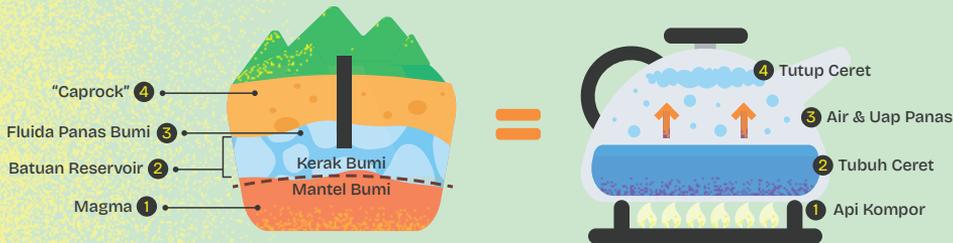
1. Apa Itu Energi Panas Bumi dan Mengapa Energi ini Penting?

Chapter ini merupakan pengantar untuk memahami pemanfaatan energi panas bumi secara sederhana. Anda akan diajak mengenal apa itu energi panas bumi, bagaimana terbentuknya, serta bagaimana energi ini dapat dimanfaatkan untuk kehidupan sehari-hari. Selain itu, chapter ini juga akan mengungkapkan potensi besar energi panas bumi. Relevansi chapter ini adalah untuk memberikan pemahaman dasar yang jelas tentang pentingnya energi panas bumi dalam mendukung masa depan energi terbarukan dunia.

1.1 Apa sebenarnya energi panas bumi, dan bagaimana ia terbentuk di perut bumi?

Kata geothermal berasal dari bahasa Yunani, yaitu geo (bumi) dan therme (panas). Panas Bumi adalah salah satu jenis energi terbarukan yang memanfaatkan energi termal atau panas pada air dan uap puluhan meter hingga beberapa kilometer di bawah Bumi. Pemanfaatannya dapat secara langsung dengan memanaskan materi yang diinginkan, atau secara tidak langsung dengan proses konversi menjadi energi listrik.

Sebagai analogi, sobat berkelanjutan dapat menyederhanakan sistem pembentukan panas bumi seperti air yang dipanaskan dalam ceret.



1. Api kompor melambungkan magma yang juga merupakan sumber panas umum dari energi panas bumi.
2. Tubuh ceret yang mengandung air terpanaskan melambungkan lapisan batuan reservoir di atas magma yang mengandung air dan terpanaskan.
3. Air dan uap panas dalam tubuh ceret melambungkan fluida panas bumi (air tanah beserta uapnya) dalam lapisan batuan reservoir.
4. Tutup ceret menahan air dan uap panas tetap di dalam tubuh ceret, yang juga melambungkan caprock yang menahan air tanah dan uap panas di dalam batuan reservoir.

1.2 Bagaimana kita bisa memanfaatkan energi yang tersembunyi ini?

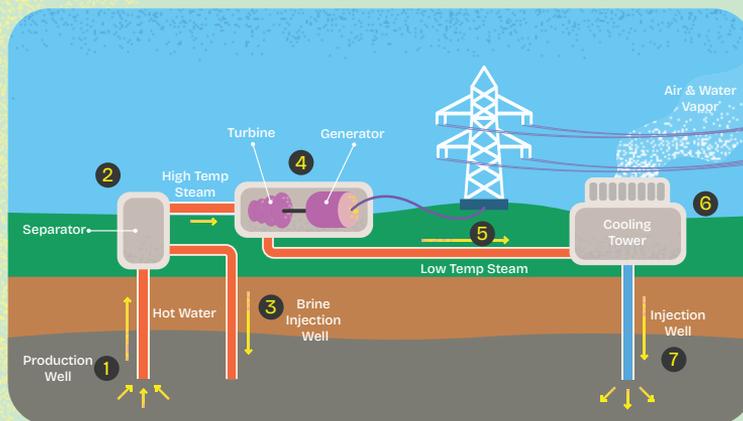
Pemanfaatan Panas Bumi Tidak Langsung

Pemanfaatan panas bumi dibagi menjadi dua cara, yaitu langsung dan tidak langsung. Di Indonesia, pemanfaatan yang umum adalah tidak langsung, berupa Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). Terdapat 5 jenis teknologi PLTP, yaitu *single flash-steam cycle*, *double-flash system cycle*, *dry-steam cycle*, *binary cycle*, dan *combined cycle*. Indonesia paling umum



mengandalkan **single-flash steam cycle**, seperti di Lapangan Lahendong dan Lapangan Salak. Berikut merupakan mekanismenya secara sederhana (Center for Sustainable Systems, 2024).

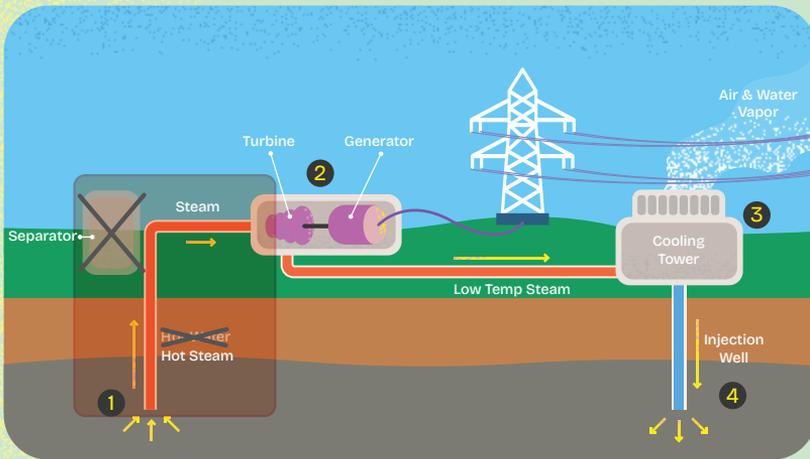
1. Sumur produksi mengalirkan air panas dari perut Bumi
2. Air mengalami perubahan tekanan signifikan saat memasuki tangki pada permukaan Bumi sehingga berubah menjadi uap panas dan dipisahkan oleh separator
3. Air yang juga dikenal sebagai *geothermal brine* dikeluarkan dari separator untuk diinjeksikan kembali ke perut Bumi atau dimanfaatkan terlebih dahulu
4. Uap panas bertemperatur tinggi mengalir untuk memutar turbin yang tersambung dengan generator sehingga menghasilkan energi listrik.
5. Sisa uap bertemperatur rendah diarahkan pada tangki dan berubah menjadi air secara perlahan
6. Air didinginkan pada *cooling tower*
7. Air dialirkan menuju sumur injeksi dan kembali ke dalam perut Bumi untuk menjaga kestabilan kondisi bawah tanah



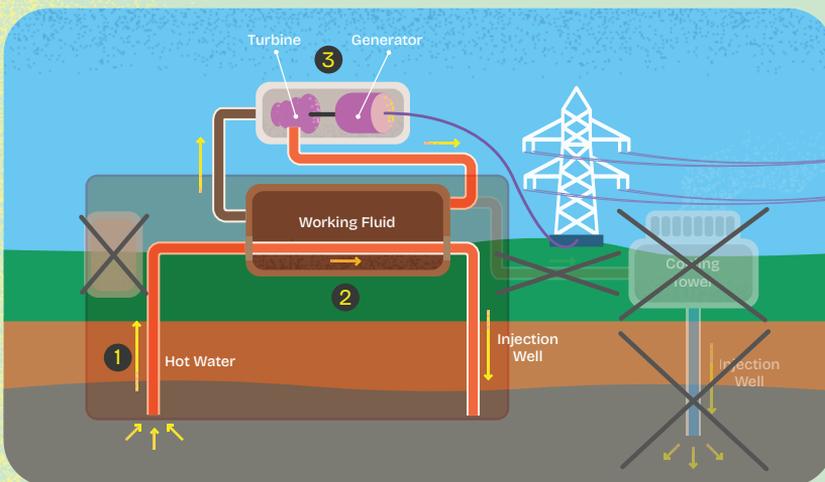
Untuk keempat teknologi lainnya, pertama, *double-flash steam cycle* menerapkan prinsip serupa, tetapi diproses dua kali dengan memanfaatkan kembali sisa uap dari turbin pertama pada proses kedua yang serupa.



Kedua, *dry-steam cycle* merupakan sistem yang hanya mengambil uap panas langsung dari perut Bumi (dapat diingat lebih mudah dengan penekanan pada "dry" atau "kering", yang berarti minim air) sehingga dapat langsung memutar turbin dan menghasilkan energi listrik.

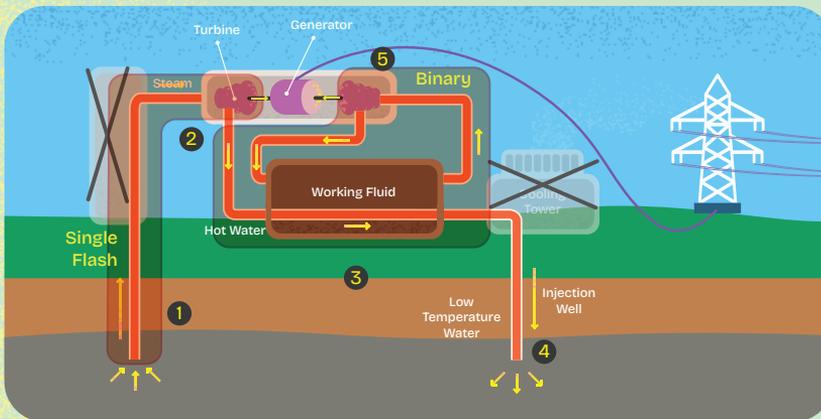


Ketiga, *binary cycle* memanfaatkan air panas dari perut Bumi untuk memanaskan *working fluid* yang lebih mudah menguap sehingga fluida tersebut menjadi uap dan memutar turbin.





Keempat, *combined cycle* menggabungkan teknik *single-flash steam cycle* dan *binary cycle*. Air dan uap panas yang diperoleh diarahkan menuju turbin untuk dimanfaatkan uapnya langsung menjadi energi listrik, sedangkan air panas digunakan untuk memanaskan *working fluid* yang kemudian menjadi uap yang bekerja memutar turbin lainnya.



Pemanfaatan Panas Bumi Langsung

Pemanfaatan panas bumi secara langsung dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti:

Manifestasi alami panas bumi

Memanfaatkan sumber mata air panas untuk wisata pemandian, dengan biaya pengembangan paling murah dan teknis pengembangan paling sederhana

Brine atau sisa panas dari PLTP

Memanfaatkan sisa dari pemrosesan PLTP berupa fluida fase cair atau yang disebut *brine* untuk pemanas ruangan, pemanas air, budidaya ikan, hingga pembuatan minyak atsiri. Pemanfaatan langsung ini dapat dilakukan karena mayoritas PLTP di Indonesia hanya menggunakan fase uap untuk pembangunan listrik.

Pengeboran sumur

Melakukan pengeboran sumur untuk melakukan pemanfaatan langsung dengan skala besar seperti pemanasan atau pendinginan di suatu kawasan atau dapat juga digunakan untuk pengeringan kayu dan pabrik kertas. Pemanfaatan ini cocok digunakan untuk menjangkau permintaan yang jauh dari lokasi PLTP, namun membutuhkan biaya pengembangan paling besar.

Catatan Tambahan!

Secara sederhana, kita dapat menentukan teknologi mana yang tepat untuk digunakan dengan mengobservasi karakter lapangan panas bumi. Berikut merupakan panduan umum dalam memilih teknologi PLTP yang tepat.

Karakter Sistem Panas Bumi	Temperatur (°C)	Teknologi PLTP
Sistem Aliran Dua Fasa (air dan uap)	$225 < T < 270$	<i>Single-Flash</i>
	$250 < T < 330$	<i>Double-Flash</i>
	$250 < T < 330$ (dominasi uap)	<i>Dry-Steam</i>
Sistem Aliran Satu Fasa (air)	$T < 225$	<i>Binary/Single-Flash</i>
	$T < 125$	<i>Binary</i>

Sumber: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2022



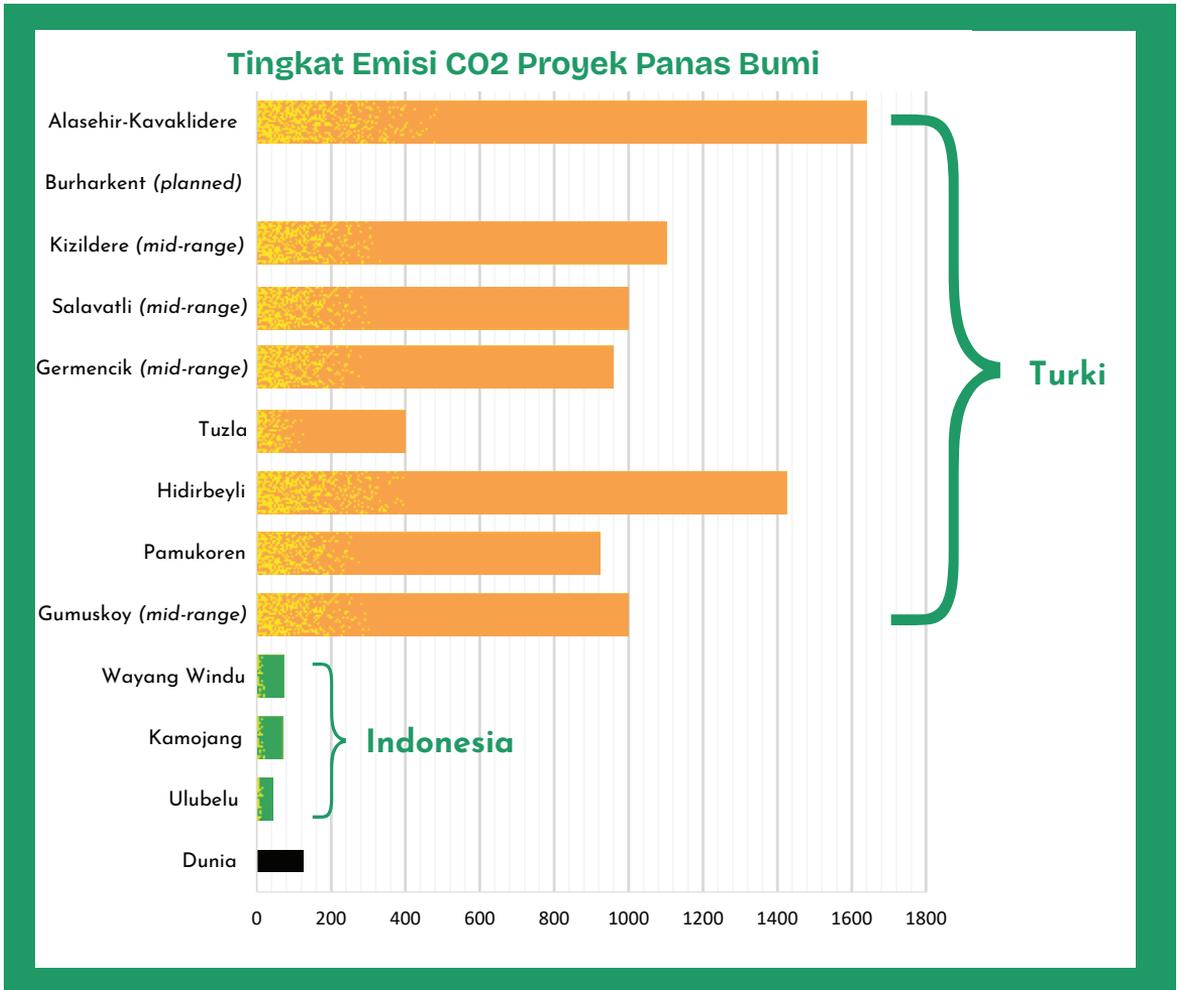
Perbandingan Pembangkit Panas Bumi dengan Pembangkit Energi Lainnya!

Indikator	Panas Bumi	Batu Bara	Angin	Surya (PV)
Penggunaan Lahan	~400 m ² /GWh	~3600 m ² /GWh *termasuk tambang batu bara	~1.300 m ² /GWh *turbin dan service road	~3600 m ² /GWh *Photovoltaic atau solar panel
Emisi Karbon	~180 lb CO ₂ /MWh	~2200 lb CO ₂ /MWh	~30 lb CO ₂ /MWh	~90 lb CO ₂ /MWh
LCOE & Struktur Biaya	6 - 10 ct/kWh Biaya modal relatif tinggi biaya operasional relatif rendah dan tidak memiliki biaya variabel	5 - 8 ct/kWh Biaya modal cukup rendah, namun biaya operasional dan bahan bakar cukup tinggi dan fluktuatif	7 - 16 ct/kWh Biaya modal cukup tinggi namun tidak memiliki biaya variabel, biaya grid connection relatif lebih tinggi dibandingkan energi surya	6 - 10 ct/kWh Biaya modal cukup tinggi namun tidak memiliki biaya variabel, biaya instalasi relatif lebih tinggi dibandingkan energi angin
Ketersediaan Energi	Pasokan melimpah, sumber terbarukan dan tidak tergantung cuaca & iklim	Pasokan terbatas dan sumber tidak terbarukan	Sumber terbarukan namun dipengaruhi kecepatan angin	Sumber terbarukan namun dipengaruhi intensitas matahari

Sumber: (USDOE, 2019; Stanford, 2013; IESR, 2019)



Perbandingan PLTP di Indonesia dan luar negeri



Mengapa emisi di PLTP di Turki lebih besar dibandingkan Indonesia

Sebagai energi yang digalakkan sebagai energi bersih, ternyata PLTP di Turki mengemisikan CO₂ yang tinggi (800-1600 g/kW-hr). Bahkan emisinya dapat lebih tinggi dibandingkan dengan PLTU-B (940-980 g/kW-hr). Lantas, mengapa hal tersebut dapat terjadi? Apa yang membuat emisi PLTP Turki begitu tinggi, sedangkan Indonesia tidak?



Secara geologi, Indonesia kaya akan potensi panas bumi yang dapat ditemukan dengan mudah di “lingkungan vulkanik” karena dilalui oleh cincin api pasifik (*pacific ring of fire*). Sedangkan, Turki memiliki geologi yang berbeda dari Indonesia, dan memanfaatkan panas buminya melalui “lingkungan karbonat” yang didukung juga dengan tingginya aktivitas tektonik sekitarnya (berada di pertemuan 3 lempeng Bumi).

Batuan karbonat, seperti kalsit (CaCO_3) yang dimanfaatkan di banyak lapangan panas bumi Turki sebagai reservoir, secara alami dapat menghasilkan CO_2 melalui pemecahan komposisi kimianya, baik saat berinteraksi dengan fluida panas bumi atau batuan sekitarnya.

Isu dan Fakta mengenai Pemanfaatan Panas Bumi

ISU: Pemanfaatan panas bumi mengurangi air permukaan sehingga dapat menyebabkan kekeringan

Fakta:

- * Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) menggunakan sumber air panas yang berasal dari batuan reservoir yang dalamnya harus mencapai 2-3 km dari permukaan tanah agar kuat untuk menggerakkan turbin PLTP
- * Seluruh sisa air panas yang digunakan untuk menggerakkan turbin akan diinjeksikan kembali pada lapisan batuan sehingga air tersebut mengalami pemanasan kembali dan siklus operasi panas bumi dapat terjadi secara berkelanjutan
- * Pengembang energi panas bumi juga memberikan dukungan untuk meningkatkan sektor pertanian seperti yaitu pengembangan produk pupuk kaya nutrisi oleh PT Pertamina Geothermal Energy, dan PT Geo Dipa Energi bersama dengan Universitas Gajah Mada

Sumber: (KESDM, 2025), (Antara News, 2024)

Isu: Pemanfaatan panas bumi dapat menyebabkan penurunan tanah (*land subsidence*)

Fakta:

- * Berbeda dengan praktik operasi panas bumi di beberapa negara lain, operasi PLTP di Indonesia tidak diperbolehkan untuk membuang sisa air panas bumi ke air permukaan, seperti sungai maupun laut, dan diwajibkan melakukan injeksi kembali atas sisa air panas bumi
- * Injeksi kembali ini guna meningkatkan keberlanjutan produksi uap panas bumi serta memberikan dukungan tekanan tanah yang cukup sehingga mengurangi resiko peristiwa turunnya permukaan tanah (*land subsidence*)
- * Secara berkala, pengukuran baku mutu lingkungan (udara, air, dan tanah) dilakukan untuk memastikan risiko negatif terhadap lingkungan dapat dicegah dan diminimalisir

Sumber: (KESDM, 2025)

Isu: Pemanfaatan panas bumi dapat menyebabkan gempa bumi

Fakta:

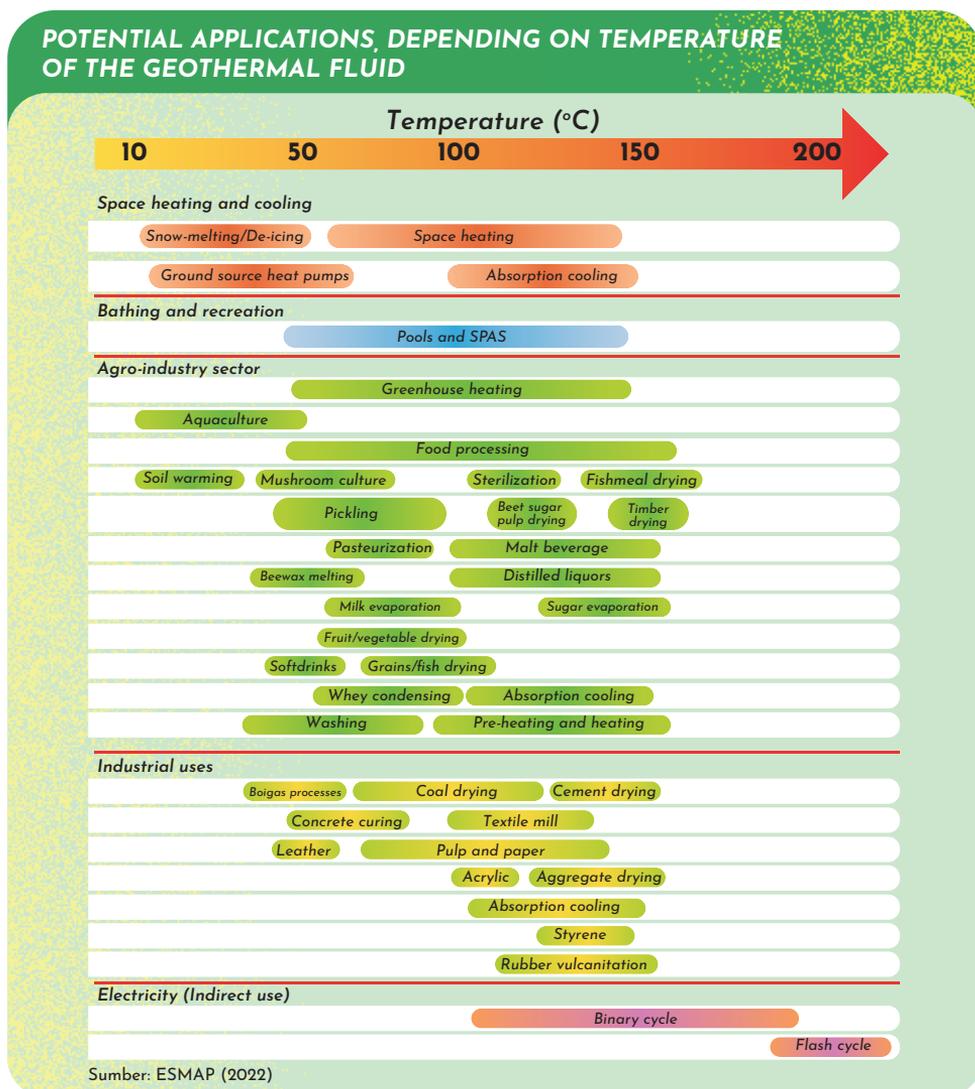
- * Gempa bumi yang terjadi di sekitar lokasi PLTP umumnya berskala kecil atau mikroseismik yang umumnya tidak dirasakan oleh manusia.
- * Kasus gempa yang lebih signifikan biasanya terkait dengan teknologi Enhanced Geothermal Systems (EGS) yang melibatkan injeksi fluida bertekanan tinggi, seperti di Basel, Swiss, dan Pohang, Korea, yang belum umum digunakan di Indonesia. Meskipun begitu, dengan pemantauan dan pengelolaan yang tepat, risiko ini dapat diminimalisir.

Sumber: (GEA, 2009; Buijze L, van Bijsterveldt L, Cremer H, et al. 2019)



1.3 Apa saja contoh pemanfaatan energi panas bumi secara langsung dan bagaimana manfaatnya untuk masyarakat?

Pemanfaatan energi panas bumi secara langsung dapat diaplikasikan ke berbagai sektor sesuai dengan temperatur yang dihasilkan.



Di Indonesia sendiri, pemanfaatan panas bumi secara langsung yang paling umum adalah wisata pemandian air panas, karena pemanfaatan ini membutuhkan biaya yang paling rendah dan teknis yang sederhana. Menurut data dari Direktorat Panas Bumi, terdapat 188 kabupaten atau kota yang memiliki potensi sumber mata air panas. Yuk kita cek pemanfaatan panas bumi di Indonesia!



No	Nama Fasilitas	Lokasi dan Tahun Berdiri	Badan Usaha yang Mengembangkan	Sektor	Deskripsi
1	Resort Air Panas Kampung Sumber Alam (KSA)	Cipanas, Jawa Barat (1970)	-	Pariwisata dan Balneologi	Wisata penginapan rekreasi berupa resor pemandian air panas dengan berkonsep budaya Sunda
2	Hotel dan Resort Sari Ater	Ciater, Subang, Jawa Barat (1974)	-	Pariwisata dan Balneologi	Wisata penginapan dan pemandian air panas alami untuk pencegahan dan penyembuhan penyakit kulit
3	Pemandian Air Panas Sipoholon	Tapanuli Utara, Sumatera Selatan (1980)	-	Pariwisata dan Balneologi	Wisata pemandian air panas yang terbentuk akibat letusan Gunung Marimbang yang mengandung belerang. Digunakan untuk menyembuhkan berbagai penyakit



No	Nama Fasilitas	Lokasi dan Tahun Berdiri	Badan Usaha yang Mengembangkan	Sektor	Deskripsi
4	Pengolahan Gula Aren di Pabrik Gula Masarang	Lahendong, Sulawesi Utara (2004)	PT Pertamina Geothermal Energy	Pertanian	Panas bumi digunakan untuk mengeringkan kelapa menjadi kopra, mencegah kontaminasi asap dan meningkatkan kualitas
5	Pengeringan Kelapa	Way Ratai, Lampung Selatan (Pilot Plant BPPT 2003 dan 2008)	-	Pertanian	Panas bumi digunakan untuk mengeringkan kelapa menjadi kopra, mencegah kontaminasi asap dan meningkatkan kualitas



Apa Itu Energi Panas Bumi dan Mengapa Energi ini Penting?

No	Nama Fasilitas	Lokasi dan Tahun Berdiri	Badan Usaha yang Mengembangkan	Sektor	Deskripsi
6	Pembesaran Ikan Lele	Way Ratai, Lampung Selatan (2010)	-	Akuakultur	Ikan Lele dibesarkan di campuran fluida geothermal dengan air tawar
7	Pengeringan dan pelayuan teh di Pabrik Teh Malabar	Pengalengan, Jawa Barat (2010)	-	Pertanian	Daun teh dikeringkan dengan menggunakan air panas bumi untuk menggantikan solar industri (IDO)
8	Pemanas Ruangan	Lapangan Patuha, Jawa Barat (2010)	-	Pariwisata	Uap panas dari generator uap dimanfaatkan untuk pemanasan ruang inkubasi
9	Lao-lao Geopark	Lahendong, Tomohon, Sulawesi Utara (2024)	PT Pertamina Geothermal Energy	Pariwisata dan Edukasi	Wisata edukasi yang terdiri dari kolam pemandian air panas, bertujuan untuk memperkenalkan peran panas bumi untuk energi berkelanjutan

Sumber: Modifikasi dari Bagaskara et al., 2023



1. Pemandian Air Panas di Ciater



Cara pemanfaatan:

- Air tanah di kawasan Ciater menyerap panas dari panas bumi. Mata air kemudian dialirkan ke area pemandian melalui pipa.

Manfaat:

- Mengandung mineral seperti belerang, kalsium, dan magnesium yang bermanfaat bagi kesehatan
- Mendorong ekonomi lokal melalui kunjungan wisata



2. Pengeringan Biji Kopi di Kamojang



Cara pemanfaatan:

- Menggunakan waste brine panas bumi untuk disalurkan ke *geothermal dry house*

Manfaat:

- Mengurangi waktu untuk memanaskan biji kopi 4 kali lebih cepat, yaitu dari 1 bulan (dengan dijemur dibawah matahari) menjadi hanya 7 - 8 hari
- Meningkatkan kualitas dari biji kopi menjadi lebih bersih dan bebas residu hingga berhasil diekspor ke Itali, Jepang, dan Lebanon

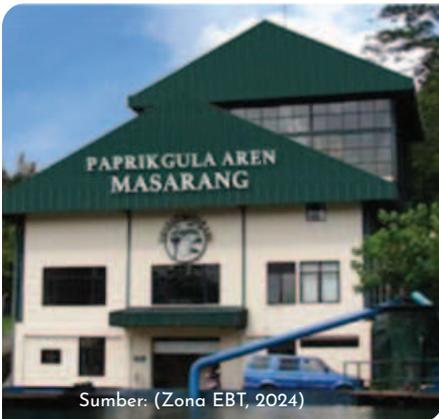


Produk Canaya Geothermal Coffee dari PT Pertamina Geothermal Energy Tbk (PGE) mendapatkan penghargaan di ajang ASEAN Renewable Energy Project Award 2024



Sumber: (Media Indonesia, 2024)

3. Pengolahan Gula Aren di Lahendong



Sumber: (Zona EBT, 2024)

Cara pemanfaatan:

- Menggunakan waste brine panas bumi untuk disalurkan ke geothermal dry house

Manfaat:

- Menghasilkan produksi 42,2 Ton gula aren
- Meningkatkan pendapatan dari 234 petani mandiri dengan pembelian 28,4 ribu liter nira dan total pendapatan sekitar Rp. 691 Juta

- Menyelamatkan kurang lebih 995 pohon dari penebangan sebagai bahan bakar untuk pemasakan gula



Sumber: (Zona EBT, 2024)



4. Pelestarian Anggrek Endemik di Kamojang



Cara pemanfaatan:

Menggunakan uap panas bumi untuk sterilisasi proses perbanyakan memanfaatkan media lumut dan limbah serabut kelapa

Manfaat:

- Pencegahan erosi genetik pada spesies anggrek
- Sosialisasi keanekaragaman hayati kepada masyarakat
- Berkumpul sebanyak 15 jenis anggrek endemik dengan 186 indukan dan anakan untuk edukasi dan pembibitan

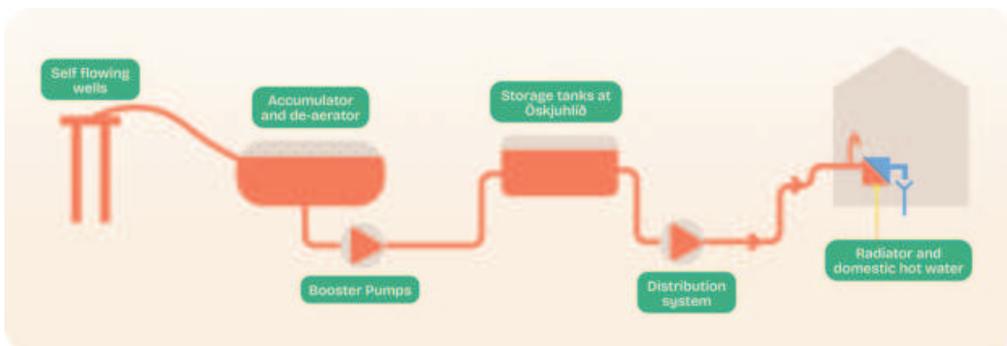
Sedangkan di negara lain seperti Islandia dan Selandia baru, pemanfaatan panas bumi secara langsung digunakan dengan cakupan yang lebih luas seperti untuk sistem pemanas distrik ataupun untuk sekaligus untuk berbagai industri seperti pengolahan kayu, industri kertas, dan pengolahan susu.



1. Sistem pemanas distrik di Reykjavik, Islandia



- Menggunakan teknologi sederhana dengan menyalurkan uap dari sumur air panas dan distribusikan melalui pipa ke bangunan - bangunan sebagai pemanas
- Dimulai pada tahun 1930 untuk menghangatkan sebuah sekolah dasar dan rumah sakit nasional, dan 60 masyarakat setempat
- Hingga saat ini dapat menyediakan pemanas distrik untuk sekitar 90% bangunan di kota tersebut



Sumber: Green City Times (n.d.), ESMAP (2015)



2. Komplek Industri Kawerau di Selandia Baru



Sumber: McClintock, Watt, & Quinao (2020)

- Merupakan salah satu pusat pemanfaatan energi panas bumi terbesar di dunia
- Dimulai pada tahun 1950an untuk pengolahan pulp dan kertas oleh Tasman Pulp and Paper Mill, lalu dikembangkan untuk industri kayu lainnya hingga dan industri susu
- Hingga tahun 2018 telah memanfaatkan 5,3 PJ energi panas bumi per tahun atau setara dengan 1,93 juta ton uap panas bumi

Funfact!



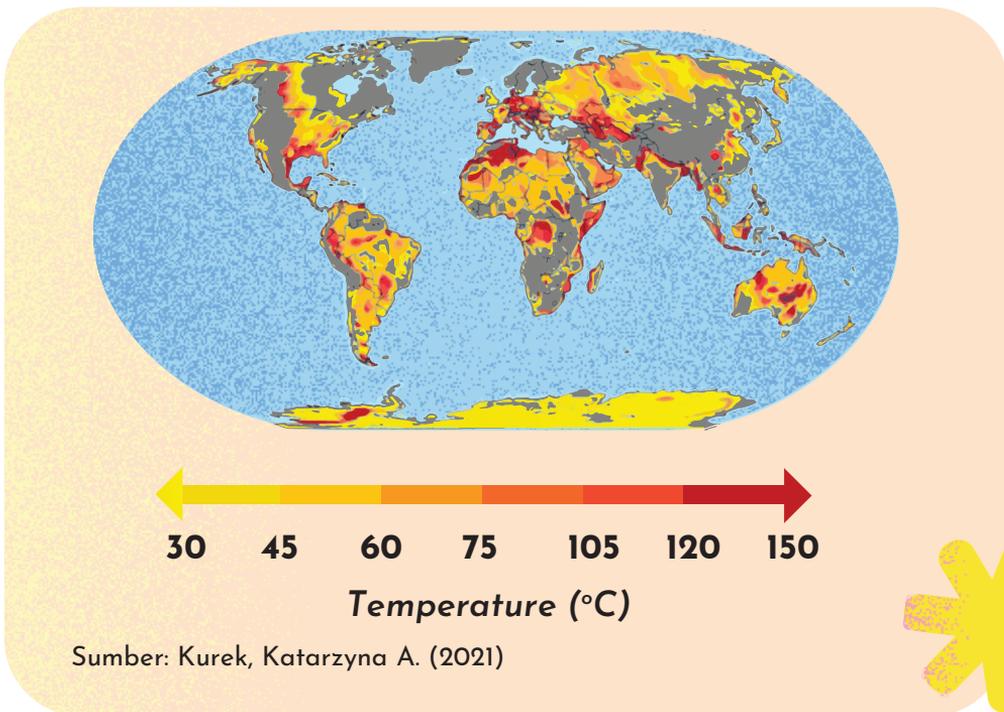
- Sekitar 25% air panas bumi dunia dimanfaatkan untuk mandi dan terapi kesehatan (Lund & Boyd, 2016).
- Penggunaan air panas bumi untuk balneologi atau terapi kesehatan telah dimulai sejak Zaman Perunggu, sekitar 5.000 tahun lalu (Lund, 2009).
- Saat ini terdapat sekitar 31.200 sumber air panas/mineral di 130 negara, dengan pendapatan mencapai USD 62 miliar pada 2023. Tiga wilayah utama dengan establishment terbanyak: Asia Pasifik, Eropa, dan Amerika Latin (Global Wellness Economy Monitor, 2024).



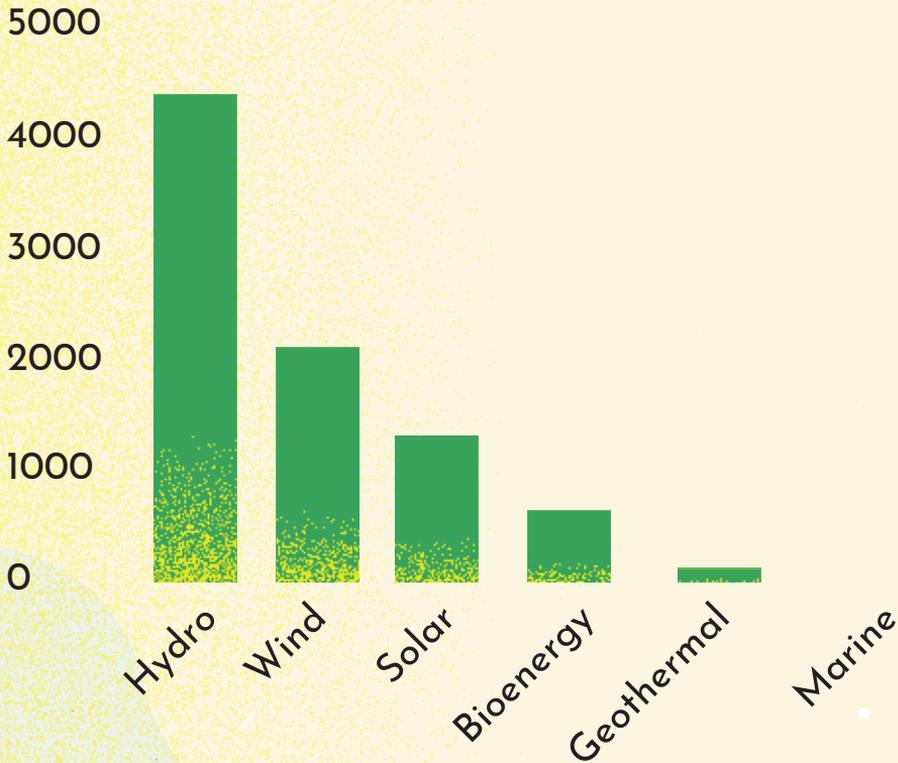
1.4. Seberapa besar pemanfaatan panas bumi di dunia dan Indonesia?

Pemanfaatan panas bumi di dunia

Total potensi panas bumi dunia diperkirakan sebesar 59.000 MW, atau setara dengan 1,43 kali lebih energi yang dibutuhkan Indonesia. Sebaran potensi ini dipimpin oleh Amerika Serikat menduduki peringkat pertama, disusul oleh Indonesia, Jepang, Kenya, dan Islandia.



2. Penggunaan energi panas bumi saat ini



Sumber: (Irena, 2024)

Saat ini, baru 32 negara di dunia yang memiliki pembangkit listrik tenaga panas bumi, dengan kapasitas gabungan mencapai 16.211 MW. Artinya, baru sekitar sepertiga dari potensi panas bumi global yang dimanfaatkan.

Dalam hal penerapan pembangkit energi panas bumi, posisi teratas tidak selalu mencerminkan peringkat berdasarkan besar potensi sumber daya. Amerika Serikat, Indonesia, Filipina, Turki, dan New Zealand adalah negara-negara yang memimpin dalam instalasi pembangkit listrik tenaga panas bumi.



3. Proyeksi Penggunaan Panas Bumi

Pada COP28, lebih dari 118 negara berkomitmen untuk melipatgandakan kapasitas energi terbarukan dunia pada tahun 2030, dengan target mencapai total 11.000 GW. Sasaran ambisius ini merupakan bagian dari strategi global untuk membatasi kenaikan suhu bumi hingga 1,5°C. Strategi ini mencakup peningkatan efisiensi energi bersamaan dengan perluasan penggunaan energi terbarukan. Hal ini membuka peluang besar untuk pemanfaatan energi panas bumi.

Saat ini, kapasitas penggunaan energi panas bumi global mengalami pertumbuhan sekitar 250 MW per tahun. Sektor ini diperkirakan bernilai hingga USD 50 miliar pada tahun 2027. Penelitian terus difokuskan pada upaya menurunkan biaya pengeboran, mengoptimalkan inovasi teknologi, dan mendukung pengembangan prinsip-prinsip ESG (lingkungan, sosial, dan tata kelola).

Pemanfaatan Panas Bumi di Indonesia

1. Potensi energi panas bumi

Indonesia dilewati oleh jalur api dunia atau yang disebut sebagai *ring of fire*. Banyaknya gunung api ini membuat Indonesia memiliki potensi panas bumi yang besar. Potensi sumber energi yang terkandung dalam perut bumi di Indonesia mencapai 23.69 GW (KESDM, 2024). Potensi panas bumi Indonesia yang berlimpah menyumbang angka yang signifikan dari total potensi panas bumi di dunia. Hingga akhir tahun ini, teridentifikasi 368 lokasi (KESDM, 2024) panas bumi di seluruh Indonesia, dengan mayoritas sebaran berada di Pulau Sumatra, Pulau Sulawesi, dan Pulau Jawa.



Funfact!

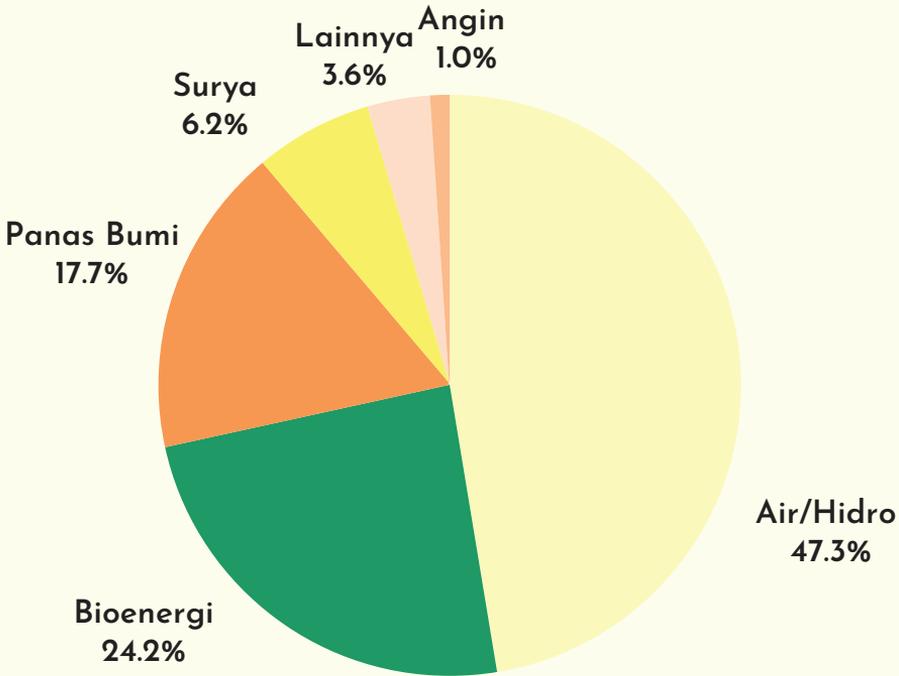
Penting untuk memahami perbedaan antara sumber daya (*resource*) dan cadangan (*reserve*) energi panas bumi. Berdasarkan SNI 6009:2017, Sumber daya mencakup semua potensi panas bumi, baik yang masih spekulatif, hipotetik, maupun yang sudah menjadi cadangan. Sementara itu, cadangan adalah potensi yang didukung oleh data lebih rinci, sehingga tingkat keyakinannya lebih tinggi. Cadangan dibagi menjadi tiga kategori: mungkin (*possible*), terduga (*probable*), dan terbukti (*proven*).

SUMBER DAYA (RESOURCES)				
SPEKULATIF (SPECULATIVE)	SPEKULATIF (SPECULATIVE)	CADANGAN (RESERVES)		
		MUNGKIN (POSIBLE)	TERDUGA (PROBABLE)	TERBUKTI (PROVEN)
Geologi dan Geokimia	Geologi, Geokimia & Geofisika (3G)	3G dan/atau Landaian Suhu (3G&/atau LS)	3G dan/atau LS dan ≥ 1 sumur eksplorasi	3G dan/atau LS dan ≥ 3 sumur eksplorasi



2. Penggunaan energi panas bumi saat ini

Kapasitas Energi Terbarukan di Indonesia Tahun 2024



Sumber: (KESDM, 2024)

Per awal Januari tahun 2025, energi panas bumi yang dimanfaatkan hanya sebesar 2,653 MW, menduduki peringkat ketiga pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia. Sayangnya, pemanfaatan energi tersebut masih di angka 11 persen dari total potensi yang ada. Minimnya pemanfaatan energi panas bumi disebabkan oleh keterbatasan data yang akurat mengenai potensi panas bumi yang memengaruhi proses eksplorasi dan pengembangan energi panas bumi membutuhkan teknologi khusus dengan biaya yang cukup besar.



3. Proyeksi penggunaan panas bumi

Harapannya panas bumi dapat menjadi tulang punggung sistem ketenagalistrikan Indonesia di masa depan dalam rangka menunjang target *net zero emission* tahun 2060. Jika semua potensi panas bumi Indonesia dioptimalkan, akan ada penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) sekitar 183 juta ton CO₂ *equivalent*. Ini setara dengan 58% dari target penurunan GRK di tahun 2030 (Reforminer, 2023).

Dengan adanya pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2021 - 2030, pembangunan pembangkit listrik direncanakan sebesar 40,5 GW, termasuk 20,9 GW dari EBT dengan kontribusi energi panas bumi sebesar 3 GW. Sebagai gambaran, 3 GW dapat menyuplai listrik ke 5,1 juta rumah di Indonesia.

1.5 Apa manfaat yang ditawarkan panas bumi, dan apakah ada risiko dari energi panas bumi? Bagaimana cara mengelolanya?

Secara umum, energi panas bumi sebagai energi baru dan terbarukan tentunya memiliki keunggulan, yaitu rendah emisi gas rumah kaca dan mempunyai pasokan yang melimpah. Namun, tidak seperti energi baru dan terbarukan umum lainnya yang sulit dikembangkan dalam skala besar, energi panas bumi dapat dimanfaatkan secara masif dengan penggunaan lahan yang jauh lebih efisien. Berikut merupakan kumpulan manfaat penggunaan energi panas bumi secara umum. *Psst!* tentunya juga dengan catatan berupa potensi risiko dan penanggulangannya pada masing-masing risiko.



1

Manfaat

Pasokan Melimpah
Mudah ditemukan dan tersebar di seluruh dunia, terutama pada area vulkanik dan cekungan sedimen

Risiko Khusus

Production Decline
Dapat terjadi pada kondisi reservoir (gudang fluida panas bumi) jika tingkat ekstraksi uap berlebihan (*over-exploitation*)

Mitigasi

Penerapan Teknologi Reinjeksi Berkelanjutan
Manajemen debit ekstraksi dan implementasi injeksi fluida panas bumi kembali ke Perut Bumi dapat memulihkan tingkat produksi

Tidak Mengikuti Tingkat Permintaan Listrik Harian
Mengubah debit ekstraksi dapat mengganggu kestabilan energi panas reservoir dan menurunkan efisiensi turbin produksi

Perencanaan Pasokan dan Analisis Permintaan Jangka Panjang
Penyesuaian rencana produksi terhadap tingkat permintaan, yang diikuti dengan perjanjian pembelian jangka panjang

Inovasi Pemanfaatan Langsung dari Energi Berlebih
Aktivasi bisnis pengolahan komoditas atau proses yang membutuhkan sumber panas, seperti pengeringan jamur, biji kopi, dan bahkan produksi *green hydrogen*



	Manfaat	Risiko Khusus	Mitigasi
2	<p>Rendah Emisi CO2 dan Polusi Udara Menghasilkan emisi karbon yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan pembangkit listrik berbasis fosil karena tidak adanya reaksi pembakaran seperti pada bahan bakar konvensional (contoh: batubara)</p>	<p>Tingginya Kandungan H2S pada Reservoir Tertentu Kadar NCG (<i>non-condensable gas</i> seperti H2S) yang tinggi dapat menurunkan efisiensi turbin dan menjadi ancaman lingkungan jika terlepas ke atmosfer di atas batas ambang</p>	<p>Gas Monitoring and Abatement System Prosedur pemantauan dan usaha pengurangan NCG atau gas berbahaya lainnya sebelum terlepas ke atmosfer</p>
3	<p>Pemanfaatan Lahan yang Efisien Kebutuhan lahan jauh lebih sedikit dibandingkan pembangkit berskala besar lainnya, seperti PLTU-B dan PLTA, juga dibandingkan EBT lainnya</p>	<p>Konflik Sosial Terkait Hak Atas Lahan Kerap kali terletak pada area pegunungan yang dapat bersinggungan dengan isu masyarakat adat dan biodiversitas lokal</p>	<p>Pemetaan Sosial dan Penerapan TJSL Setelah mematuhi regulasi lokasi konstruksi, mitigasi tambahan dapat dilakukan melalui pendekatan sosial dan pembangunan infrastruktur yang memperhatikan kehidupan lokal</p>
4	<p>Pasokan Stabil Tidak dipengaruhi oleh perubahan cuaca dan iklim seperti EBT lainnya karena dapat beroperasi 95-99% setiap waktu</p>	<p>Penyumbatan Pipa Akibat Mineral Scaling Pengendapan mineral pada area pipa akibat perubahan tekanan dan temperatur ekstrim dari bawah tanah menuju permukaan</p>	<p>Manajemen Produksi dan Insulasi Pipa Teknologi insulasi, seperti "lapisan vakum", dapat mencegah perubahan panas dan tekanan secara signifikan sehingga mencegah scaling</p> <p>Rekayasa Kimia Fluida panas bumi dapat direkayasa kandungan mineralnya sehingga menghindari pengendapan</p>



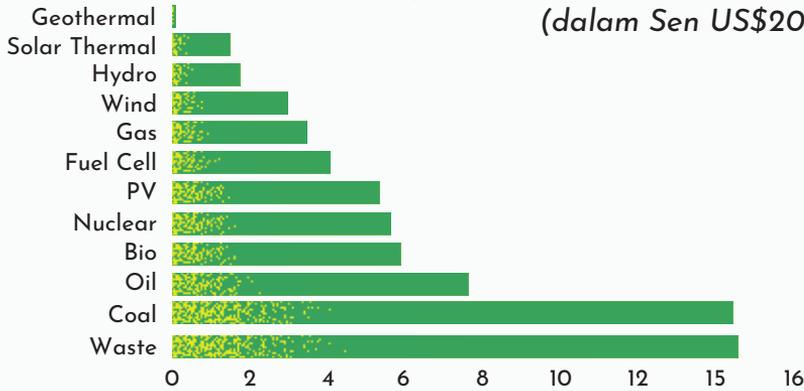
	Manfaat	Risiko Khusus	Mitigasi
		Bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja Aktivitas pengeboran dan sipil lainnya berada pada kategori bahaya tinggi	Sistem Pemantauan & Pelaporan Keselamatan Kerja Prosedur HSE (<i>Health Safety Environment</i>) yang efektif dapat meminimalisir banyak bahaya dan potensi kerugian, dengan mencakup tinjauan risiko, identifikasi bahaya, manajemen respon darurat, dan pemantauan serta evaluasi sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia) dan SKKNI (Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia)
5	Teknologi yang Terbukti Telah digunakan lebih dari 1 abad lamanya dan melalui berbagai pengembangan	Pemeliharaan Khusus Pengeboran periodik untuk menggantikan sumur lama perlu diperhatikan dan dibiayai sesuai dengan tantangan geologis yang bervariasi	Kepatuhan Penerapan Prosedur Keamanan Dapat mengurangi risiko pemeliharaan yang signifikan karena efisiensi perangkat terjaga dan berjalan sesuai perencanaan

Sumber: Gehringer & Loksha, (2012)

Eksternalitas atau biaya eksternal mengukur dampak terhadap lingkungan dan sosial dari sesuatu, misal produksi listrik. Biaya eksternal dari produksi listrik mencakup zat yang menyebabkan pengasaman, partikel di udara, penggunaan lahan atau penggundulan hutan, serta emisi gas rumah kaca. Eksternalitas dari pembangkit listrik berbahan dasar energi terbarukan termasuk geothermal jauh lebih kecil dibandingkan energi fosil. Yuk kita simak perbandingannya di bawah ini!



Rata-Rata Biaya Eksternalitas* dalam Pasokan Listrik
(dalam Sen US\$2018 per kWh)



Sumber: (Sovacool et al., 2020)

*Biaya eksternalitas merupakan "biaya sosial tersembunyi" yang umumnya negatif dan tidak dibebankan pada tarif. Pada bidang energi, biaya eksternalitas seringkali berkaitan dengan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan, seperti polusi udara, tingkat kecelakaan kerja, penyakit pernapasan, dan lainnya, yang divaluasikan sesuai dengan biaya pemulihannya.

1.6. Apa saja regulasi dan yang mendukung pengembangan panas bumi?

Regulasi yang Mengatur Energi Panas Bumi

Berikut adalah regulasi yang mengatur energi panas bumi di Indonesia, mulai dari undang-undang, peraturan pemerintah, peraturan presiden, hingga peraturan menteri yang ada di bawahnya



Penyelarasan pengembangan panas bumi dengan konservasi hutan

Potensi energi panas bumi di Indonesia sebagian besar terletak di kawasan pegunungan dan hutan, yang sering menimbulkan kekhawatiran bagi masyarakat setempat dan aktivis lingkungan. Namun, penyelenggaraan panas bumi di kawasan hutan telah diatur dalam berbagai peraturan, termasuk:

UU No. 21 Tahun 2014 tentang Panas Bumi

- Pasal 5 Ayat (1) huruf b: Pemerintah dapat menyelenggarakan pemanfaatan panas bumi tidak langsung di seluruh wilayah Indonesia, termasuk kawasan hutan produksi, hutan lindung, hutan konservasi, dan wilayah laut.
- Pasal 24 Ayat (2) huruf a angka 2 dan Ayat (3): Kegiatan pengusahaan panas bumi di kawasan hutan konservasi memerlukan izin pemanfaatan jasa lingkungan dari Menteri Kehutanan.

PP No. 108 Tahun 2015 tentang Pengelolaan Kawasan Suaka Alam (KSA) dan Kawasan Pelestarian Alam (KPA):

- Pasal 35 Ayat (1) huruf c: Taman nasional dapat dimanfaatkan untuk kegiatan energi terbarukan, termasuk panas bumi.

UU No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan

- Pasal 24: Pemanfaatan kawasan hutan diperbolehkan kecuali di hutan cagar alam serta zona inti dan zona rimba pada taman nasional.

Pengelolaan operasi panas bumi di kawasan konservasi wajib dilakukan secara ramah lingkungan, dengan dokumen AMDAL untuk memastikan ekosistem tidak terganggu. Tahapan pengelolaan dengan memperhatikan dampak lingkungan dapat dilakukan dalam bentuk:

1. **Perencanaan:** Mengacu pada Environmental & Social Impact Assessment (ESIA), yang mencakup analisis dampak lingkungan dan sosial, penilaian risiko, serta rencana pengelolaan lingkungan dan sosial (ESMP). Contoh pelaksanaan ESIA terlihat di area Ulubelu dan Lahendong.
2. **Pelaksanaan:** Menggunakan teknologi berkelanjutan, seperti directional drilling yang memungkinkan pengeboran miring di area yang sulit dijangkau dan menghindari area yang dapat mengganggu ekosistem dan air-cooled condenser yang dapat digunakan untuk mengurangi kebutuhan air. Contoh penerapannya terdapat di PLTP Sarulla.
3. **Evaluasi:** Melibatkan restorasi lingkungan, seperti rehabilitasi hutan koridor di PLTP Salak, serta penerapan rekayasa habitat untuk melindungi flora dan fauna kunci.

Sinergi antara pengembangan panas bumi dan konservasi juga telah dilakukan, seperti Pusat Konservasi Elang di PLTP Kamojang, *Community-Based Conservation Programme* di Gunung Darajat, dan *Green Corridor Initiative* di Gunung Salak yang dikembangkan oleh Star Energy. Pendekatan ini menunjukkan bahwa pengelolaan panas bumi dapat sejalan dengan pelestarian lingkungan.

Funfact!



Pada area pengembangan PT Pertamina Geothermal Energy di Kamojang terdapat berbagai keanekaragaman hayati.

- Total area konservasi sekitar 68,000 Ha yang menjadi rumah dari lebih dari 50 spesies, 46,863 flora dan 245 fauna.
- Salah satu fauna yang dilindungi yaitu Elang Jawa atau *Nisaetus Bartelsi* yang telah berstatus Endangered berdasarkan The IUCN Red List of Threatened Species.
- Sejak tahun 2014 hingga 2023, pusat konservasi elang ini telah menerima 358 ekor elang, dengan 20 ekor elang dilepasliarkan di tahun 2023. (Pertamina Geothermal Energy, 2023)

1.7. Seperti apa peluang tenaga kerja di sektor energi panas bumi, dan keterampilan apa saja yang dibutuhkan?

Tenaga Kerja dalam Sektor Panas Bumi:

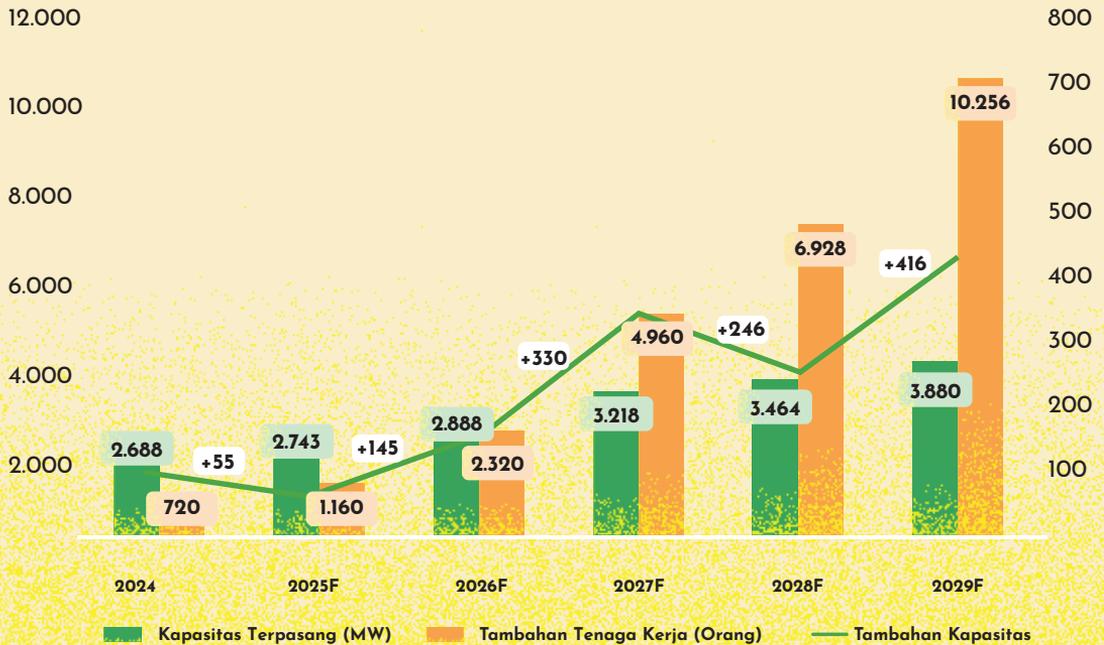
Di tengah perhatian yang semakin besar terhadap energi terbarukan, sektor panas bumi tetap menjadi bagian yang relatif kecil namun penting dalam lanskap tenaga kerja global. Pada tahun 2022, tercatat ada 13,7 juta lapangan kerja di seluruh dunia yang berkaitan dengan energi terbarukan. Dari jumlah tersebut, 4,9 juta berada di sektor Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), 2,48 juta di Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), namun hanya 152.000 pekerjaan berasal dari sektor panas bumi.

Jika dibandingkan dengan sektor energi terbarukan lainnya, panas bumi memang mempekerjakan lebih sedikit orang per unit energi yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) umumnya dirancang untuk skala besar dengan kapasitas produksi yang signifikan, sehingga efisiensi tenaga kerja menjadi lebih tinggi. Namun, di balik jumlah tenaga kerja yang lebih kecil, kebutuhan akan tenaga ahli di sektor ini justru menjadi peluang besar.



Peningkatan Permintaan Tenaga Kerja

Proyeksi Tambahan Kapasitas Terpasang dan Tenaga Kerja yang Dibutuhkan 2025 - 2029



Di Indonesia, kapasitas PLTP pada tahun 2025 diproyeksikan mencapai 2.743 MW. Dengan kebutuhan tenaga kerja rata-rata 8 orang per MW untuk mencapai 3.880 MW di tahun 2019, sektor ini membutuhkan total 10.256 pekerja tambahan hingga 2029. Kenaikan ini membuka peluang signifikan bagi pengembangan tenaga kerja lokal, terutama di wilayah-wilayah yang kaya akan potensi panas bumi.



DATA RATA-RATA JUMLAH TENAGA KERJA DI PROYEK PLTP



Sumber: (KESDM, 2024)

Namun, sektor panas bumi ini memiliki karakteristik unik. Selama tahap konstruksi, tenaga kerja kasar sangat dibutuhkan, terutama untuk aktivitas pengeboran dan pembangunan infrastruktur. Setelah PLTP mulai beroperasi, kebutuhan tenaga kerja menjadi lebih spesifik, dengan fokus pada tenaga ahli yang mampu mengoperasikan dan memelihara teknologi canggih yang digunakan.

Teknologi Canggih membutuhkan Keterampilan Teknis

Berbeda dengan PLTS atau PLTA yang membutuhkan lebih banyak intervensi manusia untuk pemantauan dan pemeliharaan rutin, PLTP membutuhkan tenaga kerja yang terampil dan memiliki latar belakang teknis yang kuat. Teknisi, insinyur, dan tenaga ahli dalam bidang geologi, teknik mesin, serta teknologi energi menjadi tulang punggung operasional PLTP. Hal ini memberikan tantangan sekaligus peluang besar dalam meningkatkan keterampilan tenaga kerja Indonesia, terutama dalam memanfaatkan teknologi terbaru.



Kebutuhan Keahlian Khusus dalam Proyek PLTP

Tahap 1: Project Start-Up (Tahun 1)	Tahap 2: Eksplorasi Geosains (Tahun 2)	Tahap 3: Pengeboran Eksplorasi & Studi Kelayakan (Tahun 3-5)	Tahap 4: Pengeboran Pengembangan & Konstruksi (Tahun 6-7)	Tahap 5: Operasi & Pemeliharaan (Tahun 8-37)
Keahlian Sains & Teknik Geolog, Ahli biologi, Hidrolog, Arkeolog, Insinyur lingkungan Keahlian Sosial & Hukum Pengacara, Paralegal, Sosiolog	Keahlian Sains & Teknik Geolog, Geofisikawan, Geokimiawan, Spesialis Sistem Informasi Geografis (GIS), Pengebor eksplorasi Analisis & Konsultasi Analisis sampel, Konsultan	Keahlian Sains & Teknik Insinyur konstruksi, Insinyur pengeboran, Tukang las, Teknisi listrik rig, Petugas keselamatan Keahlian Geosains Geolog Tenaga Pengeboran & Pendukung Lapangan Pekerja pengeboran, Pencatat lumpur, Personel penyemenan, Kru casing	Keahlian Teknik & Manajemen Insinyur untuk listrik, reservoir, sipil, proyek, lapangan, Desainer pembangkit listrik, Manajer proyek & konstruksi Tenaga Lapangan & Konstruksi Tukang las, Pemasang baja & beton, Mekanik perakitan, Personel inspeksi Dokumentasi & Keamanan Pengendali dokumen, Petugas keselamatan	Keahlian Teknik Insinyur Listrik Tenaga Operator & Teknisi Operator/manajer pembangkit, Teknisi pembangkit, Operator lapangan, Teknisi perbaikan layanan

Kegiatan Pendukung

- Konsultan kesehatan dan keselamatan
- Profesional IT
- Profesional sumber daya manusia
- Manajemen, Stakeholder Relation, Communicator
- Akuntan, Auditor, Ahli keuangan, Perwakilan asuransi
- Peneliti ilmiah, Pendidik atau Pelatih

Sumber: dimodifikasi dari (Geothermal Energy Association, 2014)

Dalam setiap tahap pengembangan proyek panas bumi, diperlukan berbagai keahlian dari berbagai disiplin ilmu yang saling melengkapi untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitasnya. Berikut merupakan list jurusan baik S1, Vokasi, maupun SMK yang sesuai dengan keterampilan tersebut!

S1/Vokasi

Tahap 1: Project Start-Up

Jenis Pekerjaan	
Keahlian Sains & Teknik: Geolog, Ahli biologi, Hidrolog, Arkeolog, Insinyur lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> - Teknik Geologi - Teknik Lingkungan - Teknik Pengolahan Sumber Daya Air - Ilmu Antropologi - Teknik Sipil
Keahlian Sosial & Hukum: Pengacara, Paralegal, Sosiolog	<ul style="list-style-type: none"> - Ilmu Hukum - Ilmu Sosiologi



Tahap 2: Eksplorasi Geosains

Jenis Pekerjaan	S1/Vokasi	SMK
Keahlian Sains & Teknik: Geolog, Geofisikawan, Geokimiawan, Spesialis Sistem Informasi Geografis (GIS), Pengebor eksplorasi	<ul style="list-style-type: none">- Teknik Geologi- Teknik Geofisika- Teknik Pertambangan- Teknik Perminyakan- Teknik Lingkungan- Geografi Terapan	<ul style="list-style-type: none">- Teknik mesin- Teknik pengelasan
Analisis & Konsultasi: Analisis sampel, Konsultan	<ul style="list-style-type: none">- Ilmu Kimia & Teknik Kimia- Teknik Geologi- Teknik Mesin- Teknik Energi	<ul style="list-style-type: none">- Geologi Pertambangan- Teknik Kimia Industri

Tahap 3: Pengeboran Eksplorasi & Studi Kelayakan

Jenis Pekerjaan	S1/Vokasi	SMK
Keahlian Teknik & Keamanan: Insinyur konstruksi, Insinyur pengeboran, Tukang las, Teknisi listrik rig, Petugas keselamatan Keahlian Geosains: Geolog Tenaga Pengeboran & Pendukung Lapangan: Pekerja pengeboran, Pencatat lumpur, Personel penyemenan, Kru casing	<ul style="list-style-type: none">- Teknik Kimia- Teknik Pertambangan- Teknik Perminyakan- Ilmu Geologi- Teknik Geologi- Teknik Mesin- Teknik Energi- Teknik Lingkungan- Teknik Geofisika- Teknik Sipil- Teknik Elektro	<ul style="list-style-type: none">- Geologi Pertambangan- Teknik Mesin- Teknik Pengelasan- Teknik K3- Teknik Elektro- Teknik Alat Berat- Teknik Perminyakan



Tahap 4: Pengeboran Pengembangan & Konstruksi Pembangkit Listrik

Jenis Pekerjaan	S1/Vokasi	SMK
Keahlian Teknik & Manajemen: Insinyur listrik, Insinyur reservoir, Insinyur sipil, Insinyur proyek, Insinyur lapangan, Desainer pembangkit listrik, Manajer proyek, Manajer konstruksi Tenaga Lapangan & Konstruksi: Tukang las, Pemasang baja & beton, Mekanik perakitan, Personel inspeksi	<ul style="list-style-type: none"> - Teknik Elektro - Teknik Perminyakan - Teknik Pertambangan - Teknik Geologi - Teknik Geofisika - Teknik Sipil - Teknik Energi - Teknik Mesin - Teknik Kimia - Teknik Lingkungan - Teknik Manajemen Konstruksi 	<ul style="list-style-type: none"> - Teknik Alat Berat - Teknik Konstruksi Bangunan - Teknik Mesin - Teknik Pengelasan - Teknik Gambar Bangunan - Teknik Elektro
Dokumentasi & Keamanan: Pengendali dokumen, Petugas keselamatan	<ul style="list-style-type: none"> - Manajemen - Administrasi - Akuntansi - Administrasi Bisnis - Administrasi Perkantoran - Teknik K3 - Teknik Lingkungan 	<ul style="list-style-type: none"> - Administrasi Perkantoran - Manajemen Bisnis - Teknik Komputer dan Jaringan - Teknik Industri K3 - Teknik Lingkungan

Tahap 5: Operasi & Pemeliharaan

Jenis Pekerjaan	S1/Vokasi	SMK
Keahlian Teknik: Insinyur listrik Operator & Teknisi: Operator/manajer pembangkit, Teknisi pembangkit, Operator lapangan, Teknisi perbaikan layanan	<ul style="list-style-type: none"> - Teknik Energi - Teknik Mesin - Teknik Elektro - Teknik Sipil - Teknik Lingkungan - Manajemen Sistem Informasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Teknik Elektro - Teknik Mesin - Teknik Energi Terbarukan - Teknik Alat Berat - Teknik Otomasi Industri

Dengan keterlibatan tenaga ahli dari berbagai bidang dan jurusan, pengembangan panas bumi dapat menjadi solusi strategis dalam memenuhi kebutuhan energi yang ramah lingkungan.

Siapa Gege, Bubu, dan Mimi? Apa Hubungannya dengan Kita?



2. Siapa Gege, Bubu, dan Mimi? Apa Hubungannya dengan Kita?

Chapter ini memperkenalkan Gege, Bubu, dan Mimi, karakter yang mewakili beragam cara pandang terhadap energi panas bumi. Melalui karakter mereka, Anda diajak membangun koneksi pribadi sesuai dengan ketertarikan masing-masing terhadap isu sosial, ekonomi, maupun lingkungan. Chapter ini bertujuan untuk menghadirkan energi panas bumi dalam konteks yang lebih dekat dengan kehidupan sehari-hari, sehingga lebih mudah dipahami dan relevan dengan minat Anda.

2.1. Mengapa mengenal karakter dari pihak yang terlibat itu penting?

Dalam pengembangan energi panas bumi, mengenal karakter berbagai pihak yang terlibat menjadi langkah penting untuk menciptakan solusi yang efektif dan berkelanjutan. Tidak semua orang perlu menguasai setiap aspek panas bumi secara mendalam; justru dengan memahami peran masing-masing, kita dapat memanfaatkan ketertarikan dan kemampuan unik di bidang tertentu—baik sosial, ekonomi, maupun lingkungan. Pendekatan ini memungkinkan kontribusi yang lebih terfokus dan berdampak, sehingga pengembangan energi panas bumi tidak hanya berjalan lebih lancar, tetapi juga membawa manfaat yang maksimal bagi semua pihak yang terlibat.





2.2. Siapa Gege, Bubu, dan Mimi, dan bagaimana karakter mereka?



Gege - Pelaku Ekonomi

- Gege adalah sosok pengusaha kecil atau menengah di daerah pengembangan energi panas bumi. Dia bisa seorang petani, pemilik toko, atau penyedia jasa lokal
- Ia dikenal pragmatis, berorientasi pada solusi yang menjaga stabilitas ekonomi lokal, serta adaptif terhadap perkembangan teknologi
- Meski kadang ragu dengan perubahan, Gege melihat peluang baru yang muncul dari proyek panas bumi



Bubu - Pendukung Sosial

- Bubu adalah penggerak sosial yang fokus pada pemberdayaan masyarakat lokal dan keadilan sosial
- Dia berempati tinggi, memahami kebutuhan masyarakat lewat interaksi langsung, dan menjadi penghubung antara komunitas dan pengembang proyek
- Bubu dihormati karena komitmennya dalam memperjuangkan aspirasi masyarakat, dengan pendekatan simpatik, dedikatif, dan terpercaya



Mimi - Pejuang Lingkungan

- Mimi adalah penggiat lingkungan yang memperjuangkan energi bersih dan pelestarian alam
- Ia memiliki prinsip kuat tentang keberlanjutan pembangunan, selalu kritis terhadap potensi dampak lingkungan, namun tetap konstruktif dalam menyuarakan isu lingkungan
- Mimi memiliki suara yang tegas dan solutif dalam memastikan proyek panas bumi tidak merusak ekosistem

2.3 Bagaimana cara Gege, Bubu, dan Mimi memandang panas bumi?

Gege - Pelaku Ekonomi

Gege memandang panas bumi dengan rasa khawatir terhadap dampak langsung pada keberlanjutan usahanya. Ia merasa bahwa:



- Perubahan tata guna lahan akibat proyek dapat menghambat aktivitas ekonomi seperti pertanian atau usaha kecil lainnya
- Skala proyek panas bumi yang besar dan kebutuhan teknologi yang canggih tidak dapat diikuti oleh pengusaha lokal
- Kesempatan kerja bagi warga lokal masih minim karena kurangnya keterampilan dan pengembang lebih memilih mempekerjakan tenaga kerja luar atau asing



Bubu - Pendukung Sosial

Bubu memandang panas bumi dengan kekhawatiran akan dampaknya pada keadaan sosial masyarakat lokal. Menurutnya:



- Pengembangan proyek panas bumi sering mengabaikan tenaga kerja lokal, lebih memilih tenaga ahli luar, sehingga meminggirkan potensi masyarakat setempat
- Kehadiran pendatang akibat proyek panas bumi dapat memicu ketegangan sosial dan mengancam kelestarian budaya lokal jika nilai-nilai komunitas tidak dihormati
- Relokasi tempat tinggal dan lahan produktif memaksa masyarakat lokal kehilangan rumah yang sudah lama mereka tempati, menciptakan ketidakstabilan sosial dan ekonomi

Mimi - Pejuang Lingkungan

Mimi melihat panas bumi dari sisi risiko lingkungan yang besar. Ia mengkhawatirkan bahwa:



- Eksplorasi dan pembangunan proyek panas bumi dapat merusak ekosistem lokal, seperti menyebabkan erosi atau pencemaran air dan tanah
- Risiko kekeringan lokal dapat terjadi akibat penggunaan air yang besar dalam proyek ini
- Aktivitas pengeboran dapat memicu gempa kecil dan pelepasan gas berbahaya yang berdampak pada kualitas udara dan kesehatan



2.4. Padahal, apa potensi manfaat panas bumi yang bisa didapatkan Gege, Bubu, dan Mimi?

Gege - Pelaku Ekonomi

1. Efisiensi Biaya: Penggunaan langsung energi panas bumi dapat mengurangi biaya operasional usaha dalam jangka panjang dan meningkatkan skalabilitas usaha
2. Diversifikasi Usaha: Membuka peluang untuk mengembangkan usaha baru di sektor *green product* atau jasa pendukung proyek PLTP
3. Bantuan Usaha: Mendapatkan dukungan berupa insentif, pendanaan, atau CSR dari perusahaan pengembang untuk mengembangkan usaha lokal

Bubu - Pendukung Sosial

1. Peluang Kerja Baru: Peningkatan lapangan kerja bagi masyarakat lokal, baik dalam pembangunan maupun operasional proyek
2. Perbaikan Infrastruktur: Proyek panas bumi sering membawa perbaikan atau penambahan infrastruktur seperti jalan, fasilitas umum, atau jaringan listrik
3. Pemberdayaan Keterampilan: Pelatihan dan pemberdayaan masyarakat lokal sebagai bagian dari CSR pengembang untuk meningkatkan keterampilan, menciptakan komunitas yang lebih mandiri

Mimi - Pejuang Lingkungan

1. Pengurangan Emisi Karbon: Energi panas bumi membantu mengurangi emisi gas rumah kaca, mendukung upaya mitigasi perubahan iklim
2. Pelestarian Alam: Adanya upaya kolaborasi dengan pengembang proyek untuk menjaga cadangan air dan mencegah kerusakan ekosistem lokal
3. CSR Berkelanjutan: Program tanggung jawab sosial perusahaan yang berfokus pada keberlanjutan dan pelestarian lingkungan di wilayah sekitar



2.5. Siapakah yang paling relevan dengan Anda? Yuk, cari tahu lewat kuis ini!

Kuis Identifikasi Diri

- 1. Apa yang lebih Anda utamakan dalam kehidupan sehari-hari?**
 - A) Mencari keuntungan ekonomi yang sebanyak - banyaknya
 - B) Membantu orang lain dan berkontribusi pada kesejahteraan sosial
 - C) Melakukan hal-hal yang dapat melindungi lingkungan dan alam sekitar kita
- 2. Apa yang lebih Anda pertimbangkan ketika mempelajari hal baru?**
 - A) Apakah hal itu bisa bermanfaat untuk perekonomian atau membuka peluang baru
 - B) Apakah hal itu dapat membantu orang lain dan meningkatkan kualitas hidup mereka
 - C) Apakah hal itu bisa membantu menjaga lingkungan dan alam di sekitar kita
- 3. Ketika Anda memutuskan untuk mengambil tindakan atau membuat keputusan, apa yang biasanya Anda pertimbangkan?**
 - A) Apakah keputusan itu dapat memberikan keuntungan ekonomi yang jelas
 - B) Apakah keputusan itu akan memberikan manfaat bagi orang banyak
 - C) Apakah keputusan itu akan berdampak positif pada kelestarian alam dan lingkungan



4. **Apakah Anda lebih tertarik untuk mengejar karir atau pendidikan yang berfokus pada:**
 - A) Menciptakan peluang ekonomi yang lebih besar bagi diri sendiri dan orang sekitar
 - B) Membantu meningkatkan kualitas hidup orang banyak melalui kesetaraan sosial
 - C) Menjaga kelestarian lingkungan dan membantu mengatasi perubahan iklim

5. **Apa yang menurut Anda harus menjadi perhatian utama dalam pengembangan teknologi atau pengetahuan baru?**
 - A) Kemampuannya untuk meningkatkan efisiensi dan mendukung perekonomian
 - B) Kemampuannya untuk membantu mengatasi masalah sosial dan ketidaksetaraan
 - C) Kemampuannya untuk mendukung keberlanjutan dan menjaga kelestarian alam

6. **Bagaimana Anda melihat peran Anda dalam menjaga keberlanjutan?**
 - A) Dengan membuat keputusan yang mendukung pertumbuhan ekonomi dan menciptakan peluang
 - B) Dengan memastikan setiap orang mendapatkan kesempatan yang setara
 - C) Dengan melakukan tindakan yang membantu menjaga kelestarian alam

7. **Bagaimana Anda menilai sebuah keputusan atau tindakan yang diambil oleh pemerintah atau organisasi?**
 - A) Apakah keputusan tersebut dapat membawa manfaat ekonomi dan kemajuan
 - B) Apakah keputusan tersebut bisa membawa perubahan sosial positif untuk komunitas masyarakat
 - C) Apakah keputusan tersebut melindungi alam dan mendukung keberlanjutan



8. Ketika Anda mendengar tentang isu di masyarakat, apa yang pertama kali Anda pikirkan?

- A) Bagaimana masalah tersebut mempengaruhi perekonomian secara keseluruhan
- B) Bagaimana masalah itu mempengaruhi kehidupan masyarakat, terutama yang kurang beruntung
- C) Bagaimana masalah itu berdampak pada lingkungan dan keseimbangan alam

9. Apa yang menurut Anda menarik dari proyek energi panas bumi?

- A) Potensinya untuk menciptakan lapangan pekerjaan dan mendukung perekonomian lokal
- B) Kemampuannya untuk menyediakan energi yang lebih terjangkau bagi semua orang
- C) Dampaknya yang minimal terhadap lingkungan dan pengurangan polusi

10. Apa yang paling Anda khawatirkan mengenai proyek energi geothermal?

- A) Dengan membuat keputusan yang mendukung pertumbuhan ekonomi dan menciptakan peluang
- B) Dengan memastikan setiap orang mendapatkan kesempatan yang setara
- C) Dengan melakukan tindakan yang membantu menjaga kelestarian alam

Sekarang coba hitung abjad mana yang paling banyak kalian pilih, Sobat Terbarukan!

- Jika A, kalian adalah Gege si pelaku ekonomi, selalu melihat potensi pertumbuhan dan peluang ekonomi!
- Jika B, kalian adalah Bubu si pendukung sosial, peduli dengan kesejahteraan dan keadilan untuk semua!
- Jika C, kalian adalah Mimi si pejuang lingkungan, memperjuangkan bumi dan pelestarian alam!

Apa Pertanyaan yang Paling Sering Ditanyakan Tentang Panas Bumi?

3. Apa Pertanyaan yang Paling Sering Ditanyakan Tentang Panas Bumi?

Chapter ini akan menjawab berbagai pertanyaan umum yang sering muncul seputar energi panas bumi. Mulai dari dasar-dasar yang perlu diketahui pemula hingga dampaknya terhadap ekonomi, sosial, dan lingkungan. Tujuan dari chapter ini adalah untuk menguraikan informasi yang mungkin rumit menjadi lebih ringkas, jelas, dan mudah dipahami.

3.1. Panas Bumi 101: Apa yang wajib diketahui sobat terbaru?

1. Apa yang dimaksud dengan panas bumi atau geothermal?

- Energi geothermal adalah energi yang bersumber dari panas yang terkandung dalam perut bumi. Kata geothermal berasal dari bahasa Yunani, yaitu geo (bumi) dan therme (panas). Air dari berbagai sumber, seperti hujan, meresap ke dalam batuan di bawah tanah dan dipanaskan oleh magma sehingga menjadi air atau uap panas (fluida thermal). Energi panas bumi merupakan sumber energi terbarukan karena panas di dalam bumi terus-menerus dihasilkan. (U.S. Energy Information Administration, 2024)

2. Bagaimana manusia dapat memanfaatkan panas bumi?

- Kita dapat menggunakan energi panas bumi untuk berbagai hal, seperti penggunaan langsung melalui pemandian air panas, memanaskan bangunan di musim dingin, ataupun penggunaan tidak langsung dengan menghasilkan listrik melalui Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP). (U.S. Energy Information Administration, 2024)

3. Negara mana yang memiliki potensi panas bumi paling besar?

- Indonesia diperkirakan memiliki salah satu potensi panas bumi terbesar di dunia. Selain Indonesia, potensi energi panas bumi lainnya tersebar di berbagai negara, terutama yang berada di sepanjang Cincin Api Pasifik seperti Amerika Serikat dan Filipina. (Arrofi, Abu-Mahfouz, & Prayudi, 2022; Energy Tracker Asia, 2024)



4. Bagaimana pemanfaatan panas bumi di Indonesia saat ini?

- Pada tahun 2023, Indonesia menjadi negara dengan kapasitas PLTP terbesar ke-2 setelah Amerika Serikat. Selain untuk produksi listrik, panas bumi juga digunakan secara langsung di berbagai daerah, seperti pemandian air panas di Jaboi dan Gunung Talang, pengeringan kopi, dan pabrik gula di Lahendong. (ThinkGeoEnergy, 2023; RRI, 2024; Kompas, 2024; GNFI, 2023)

3.2. Gege penasaran: "Bagaimana pengaruh panas bumi terhadap ekonomi?"

1. Bagaimana potensi dan manfaat sosial dari pemanfaatan panas bumi?

- Pemanfaatan panas bumi, khususnya dalam produksi listrik, memiliki beragam manfaat ekonomi, seperti: menekan biaya jangka panjang, menciptakan lapangan kerja, dan meningkatkan stabilitas ekonomi dengan mengurangi impor energi serta mendorong inovasi dan pengembangan teknologi pendukung. (Idroes, Hardi, Hilal, & Utami, 2024)

2. Apakah pemanfaatan panas bumi untuk produksi listrik maupun pemanfaatan langsung memiliki resiko ekonomi?

- Pemanfaatan panas bumi memiliki risiko ekonomi terhadap pekerja lokal, seperti pemindahan ekonomi yang awalnya berfokus pada kegiatan pertanian menjadi proyek panas bumi, sehingga pekerja perlu membangun keterampilan baru. Selain itu, biaya investasi tinggi dan risiko gagal proyek juga menjadi tantangan ekonomi dari pengembangan panas bumi. (Idroes, Hardi, Hilal, & Utami, 2024)

3. Apakah PLTP membutuhkan biaya yang tinggi?

- PLTP membutuhkan biaya tinggi pada awal pembangunannya, yakni sekitar 4,780 USD per KW. Sebagai perbandingan, PLTU batubara membutuhkan biaya per KW 62% lebih sedikit dan gas 71%. Di sisi lain, karena PLTP tidak membutuhkan bahan bakar, maka "biaya per unit" PLTP akan semakin ekonomis seiring bertambahnya listrik yang diproduksi. (JICA, 2016)

4. Apa yang menyebabkan pengembangan awal PLTP membutuhkan biaya yang tinggi?

- Lebih dari 70% biaya PLTP ditimbulkan pada fase pengembangan awal yang terdiri atas beberapa proses, seperti pengeboran eksplorasi, pengeboran pengembangan, pembangunan infrastruktur, dan tahapan EPCC (Engineering, Procurement, Construction, and Commissioning). (KESDM, 2019; JICA, 2016).

5. Apa upaya pemerintah untuk menarik investor mengingat biaya investasi yang tinggi tersebut?

- Pemerintah menawarkan insentif fiskal seperti pengurangan PBB, tax holiday, tax allowance, pembebasan PPN dan bea masuk. Selain itu, ada insentif non-fiskal berupa pengeboran oleh pemerintah, penyediaan data, percepatan proses perizinan, serta pembiayaan GREM dengan skema risk-sharing. (KESDM, 2024)

6. Bagaimana mengantisipasi risiko gagal yang tinggi dalam pengembangan energi panas bumi?

- Kegagalan proyek sering terjadi akibat ketidakpastian sumber daya. Untuk mengurangi risiko ini, pemerintah juga melakukan *government drilling* pada 2 wilayah (2022-2023) dan rencana pada 2 wilayah lainnya. Selain itu juga berkembang teknologi alternatif seperti survei dan pengeboran inovatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas eksplorasi. (KESDM, 2024)





3.3 **Bubu ingin tahu: "Bagaimana pengaruh panas bumi terhadap kondisi sosial?"**

1. Apa dampak yang dapat timbul jika Indonesia memanfaatkan panas bumi dengan optimal?

- Pemanfaatan panas bumi secara efisien dan berkelanjutan, khususnya dalam produksi listrik, akan mendukung ketahanan energi Indonesia, sehingga mengurangi ketergantungan pada impor dan menciptakan kedaulatan energi bangsa. Pemanfaatan PLTP juga berkontribusi pada pencapaian komitmen internasional net-zero emission.

2. Apakah pemanfaatan panas bumi akan berdampak pada masyarakat lokal?

- Sesuai dengan amanat Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2014, para pemegang izin panas bumi wajib untuk melaksanakan program pengembangan dan pemberdayaan masyarakat setempat. Maka, adanya pemanfaatan panas bumi diharapkan membawa dampak baik bagi warga sekitar.

3. Bagaimana realisasi pengembangan dan pemberdayaan masyarakat (PPM) dalam pengembangan panas bumi?

- Pada tahun 2023, total realisasi PPM badan usaha bidang panas bumi mencapai Rp23.6 miliar, dengan realisasi terbesar pada bidang ekonomi (Rp8 miliar), lingkungan (Rp6.2 miliar), dan pendidikan (Rp 3.8 miliar). Selain itu sesuai PP No 28 tahun 2016, pengembang wajib menyetor bonus produksi ke pemerintah daerah—1% dari pendapatan bruto untuk uap dan 0,5% untuk listrik, yang dapat digunakan untuk pemberdayaan masyarakat daerah. (Data KESDM, 2024)



4. Bagaimana pengaruh proyek panas bumi, khususnya PLTP, terhadap kesempatan kerja?

- Estimasi kebutuhan tenaga kerja PLTP terus meningkat, yakni mencapai sekitar 40 ribu pekerja pada tahun 2030 atau sekitar 7 orang tenaga kerja per MW. Ilmuwan pada bidang geologi, geokimia, dan geofisika sangat dibutuhkan dalam tahap eksplorasi dan pengembangan PLTP. Dalam penciptaan dan pengembangan kompetensi SDM, UU 21/2014 mengamanatkan para pemegang izin panas bumi untuk turut terlibat dalam hal ini. (Analisis KESDM, 2024)



3.4. Mimi bertanya: "Bagaimana pengaruh panas bumi terhadap lingkungan?"

1. Bagaimana penggunaan panas bumi dapat mengurangi emisi karbon dan mitigasi perubahan iklim?

- PLTP tidak membakar bahan bakar, sehingga menghasilkan ±97% lebih sedikit senyawa sulfur penyebab hujan asam dan ±99% lebih sedikit karbon dioksida dibanding pembangkit listrik berbahan bakar fosil dengan ukuran yang sama. (U.S. Energy Information Administration, 2024)

2. Apakah pemanfaatan panas bumi untuk produksi energi listrik memiliki resiko lingkungan?

- Layaknya proses pemanfaatan energi lain, pemanfaatan panas bumi memiliki resiko lingkungan, seperti dampak pada kualitas air, lahan, biodiversitas, maupun pemicuan gempa. Risiko ini dapat diantisipasi dan dimitigasi dengan berbagai strategi. Pemerintah menetapkan berbagai regulasi dan standar terkait panas bumi untuk memastikan pemanfaatannya berjalan baik dan mengantisipasi dampak negatif. (Mannvit Engineering, 2013)

3. Bagaimana cara antisipasi dan mitigasi risiko pencemaran air dan tanah akibat pemanfaatan panas bumi?

- Terdapat berbagai cara yang dapat dilakukan, seperti penggunaan alat bor yang tidak beracun, reinjeksi cairan panas bumi (fluida thermal), pelapisan lubang penampungan berbahan Ethylene Propylene Diene Monomer Rubber (EPDM) atau tanah liat, serta penggunaan sistem penyaringan hidrogen sulfida di sekitar PLTP. (U.S. National Renewable Energy Laboratory, 2020; U.S. Energy Information Administration, 2024)

4. Apakah pemanfaatan panas bumi akan berpengaruh pada biodiversitas dan ekosistem lokal?

- Gangguan terhadap biodiversitas dan ekosistem lokal dapat diantisipasi dan dimitigasi dengan mengidentifikasi potensi risiko biodiversitas serta dengan mengimplementasikan 'hierarki mitigasi' sebagai kerangka pengelolaan biodiversitas untuk mencapai no net loss of biodiversity, yakni dengan mengambil tindakan untuk mencegah terjadinya dampak (avoid),

mengurangi intensitas, durasi, atau luasnya dampak yang tidak dapat dihindari (*minimize*), merehabilitasi ekosistem yang terdegradasi (*restore*), dan mengkompensasi dampak negatif yang tersisa agar tidak ada kerugian biodiversitas (*offset*). Selain itu, pengelola situs pemanfaatan panas bumi juga dapat melakukan konsultasi proaktif dengan para pemangku kepentingan yang relevan. (Ng, White, Katariya, & Pollard, 2021; The Biodiversity Consultancy, 2024)

5. Bagaimana cara antisipasi risiko gempa dan penurunan permukaan tanah akibat pemanfaatan panas bumi?

- Untuk mengantisipasi risiko gempa dan penurunan tanah, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan, seperti pemilihan lokasi proyek panas bumi yang jauh dari garis patahan kerak bumi serta sistem monitoring yang intens dan transparan dengan komunitas lokal di lingkungan sekitar. Traffic light system (merah-kuning-hijau) untuk mengatur batas toleransi ukuran gempa untuk melanjutkan atau menghentikan pengeboran juga kerap digunakan di situs pemanfaatan panas bumi. (Stanford News, 2019; Union of Concerned Scientists, 2013)

6. Bagaimana pengelolaan limbah dari proses produksi energi listrik menggunakan panas bumi?

- PLTP di Indonesia mengelola limbah organik dengan cara pengomposan, sementara limbah tidak berbahaya dikirim ke bank sampah atau komunitas lingkungan untuk didaur ulang atau digunakan kembali, dan limbah B3 dikelola bersama pihak ketiga. Terdapat regulasi yang mengatur pengelolaan limbah pemanfaatan panas bumi, seperti Peraturan Menteri ESDM 21/2017. (Utami et al., 2020)



The background is a solid orange color. On the left side, there are several overlapping, rounded shapes in a bright yellow color. The largest shape is at the top left, and it tapers down into a smaller one. Below these, there are more yellow shapes of various sizes and orientations, some overlapping each other. The overall effect is a modern, graphic design.

Apa Mimpi Besar Panas Bumi Indonesia?

4. Apa Mimpi Besar Panas Bumi Indonesia?

Chapter Ini mengajak Anda untuk melihat bagaimana energi panas bumi menjadi bagian dari mimpi besar Indonesia menuju masa depan yang lebih berkelanjutan. Kita akan membahas target nasional hingga tahun 2030 dan 2060, serta peran yang bisa dimainkan oleh semua pihak, termasuk Anda. Kisah-kisah sukses pemanfaatan energi panas bumi akan menginspirasi Anda untuk turut ambil bagian dalam mewujudkan visi besar ini.

4.1. Apa target besar Indonesia untuk energi panas bumi di tahun 2030 sampai 2060?

Mencapai Kapasitas Panas Bumi 3.600 MW di Tahun 2030

Menetapkan target pemanfaatan panas bumi sebesar 3.600 MW di tahun 2030 sebagai bagian dari transisi menuju energi bersih

Mengembangkan Kapasitas Panas Bumi Hingga 7.400 MW di Tahun 2035

Melanjutkan ekspansi pemanfaatan panas bumi untuk mencapai kapasitas 7.400 MW sebagai sumber energi hijau yang berkelanjutan

Menjadikan PLTP sebagai “base load” yang memiliki kehandalan sistem kelistrikan

Mengukuhkan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) sebagai base load kelistrikan nasional yang memiliki sistem yang handal



Meningkatkan Kapasitas Panas Bumi Hingga mencapai 22,7 GW pada 2060

Mendorong pengembangan panas bumi hingga mencapai kapasitas 22,7 GW di tahun 2060 sebagai kontribusi signifikan dalam bauran energi bersih nasional

Mengurangi Ketergantungan Impor Energi

Mengurangi ketergantungan pada energi impor melalui optimalisasi sumber daya panas bumi domestik yang melimpah

Mendorong Partisipasi Masyarakat dalam Energi Bersih

Meningkatkan peran aktif masyarakat dalam mendukung pengembangan energi bersih berbasis panas bumi

Mendorong Pemanfaatan Panas Bumi untuk Kegiatan Energi Hijau Lainnya

Memanfaatkan panas bumi tidak hanya untuk listrik tetapi juga untuk kegiatan energi hijau lainnya guna mendukung keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat

Sumber: RUKN 2024-2060



4.2 Apa yang bisa dilakukan Gege, Bubu, Mimi (dan kita semua) untuk mewujudkannya?



Peran Gege

- Menyediakan lahan, fasilitas, logistik, dan infrastruktur seperti instalasi pipa, alat berat, serta material pembangunan yang mendukung pengembangan PLTP
- Mengembangkan Industri turunan seperti pertanian dan perikanan sesuai dengan produk lokal dan pariwisata
- Mengikuti pelatihan keterampilan untuk tenaga kerja lokal termasuk keterampilan operasi mesin dan turbin, perawatan peralatan, pengeboran sumur panas bumi, pengelolaan limbah, ataupun keterampilan kewirausahaan berbasis energi panas bumi



Peran Bubu

- Mengadvokasi dan mensosialisasikan kepada masyarakat lokal mulai dari perencanaan, implementasi, hingga potensi dampak proyek terhadap komunitas lokal
- Mengawasi pelaksanaan proyek agar sesuai dengan standar sosial serta melindungi hak masyarakat lokal
- Membuat mekanisme pengaduan independen untuk menyampaikan keluhan, sekaligus menjembatani dialog produktif antara masyarakat, pemerintah, dan pengembang



Peran Mimi

- Mendorong kegiatan perlindungan lingkungan seperti penanaman kembali pohon, pelestarian mata air, dan pelestarian keanekaragaman hayati
- Mengawasi pengembangan proyek untuk memastikan informasi penting seperti AMDAL dan laporan dampak lingkungan dapat diakses dan dipantau bersama
- Melakukan penelitian berbasis data untuk memberikan rekomendasi guna meningkatkan praktik berkelanjutan dan penerapan teknologi ramah lingkungan dalam proyek

Selain peran - peran tersebut, penting bagi Gege, Bubu, Mimi, dan kita semua untuk **menyebarkan edukasi tentang manfaat panas bumi bagi ekonomi, sosial, dan lingkungan.**

Melalui partisipasi dalam diskusi, kampanye, dan program edukasi, kita semua bisa menjadi agen perubahan untuk mendorong penerimaan energi panas bumi sebagai solusi energi hijau bagi masa depan Indonesia.

4.3. Apa cerita sukses dari pemanfaatan energi panas bumi?

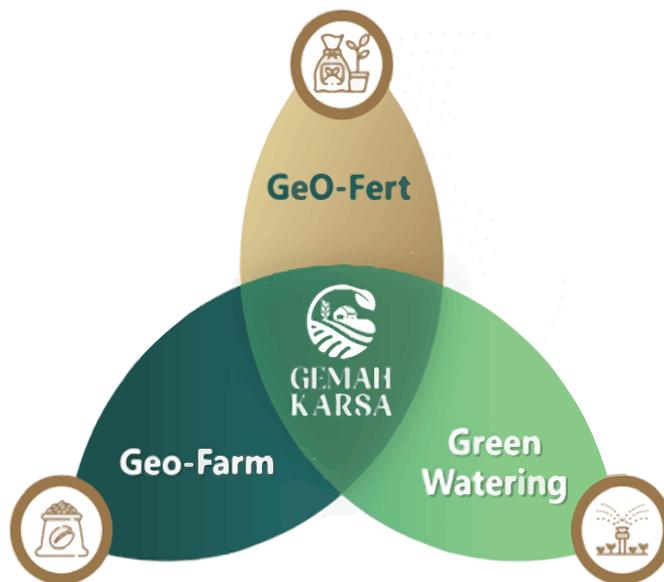
1. Pemanfaatan panas bumi melalui Program Gemah Karsa oleh PT Pertamina Geothermal Energy di Kamojang

Program Gemah Karsa (*Geothermal Empowerment for Maximizing Agriculture Through Kamojang Responsible & Sustainable Farming*) merupakan inovasi ekosistem pemberdayaan masyarakat yang berfokus pada pertanian berkelanjutan (*sustainable farming*) yang dikombinasikan dengan pemanfaatan langsung panas bumi (*direct-use geothermal*) dalam implementasinya. GEMAH KARSA



mengedepankan prinsip *Green Lifestyle*, *Sustainability*, dan *Resilience*, serta berusaha menghidupkan kembali tradisi dan kebudayaan Sunda "*Leuweung Hejo, Rahayat Ngejo*" yang artinya "Jika hutan lestari, maka masyarakat sejahtera". Program ini memiliki tiga inovasi sosial yang saling berkaitan satu sama lain (*connecting the dots*), yakni program *Geothermal Organic Fertilizer (GeO-Fert)*, *Geothermal Farm (Geo-Farm)*, dan *Green Watering*

Bentuk Aplikasi



Geothermal Farm untuk pembibitan pertanian sayuran dan

- pengeringan kopi
- Mencegah serangan hama dan penyakit dalam *Geothermal Green house*
- Mempercepat pertumbuhan bibit tanaman dengan sistem pendeteksi suhu dan pengairan otomatis
- Mempercepat proses pengeringan kopi (dari 30 - 45 hari menjadi 7 hari)
- dengan kapasitas *dry house* hingga 1,5 ton kopi
- Meningkatkan kualitas bibit maupun biji kopi



GeO-Fert atau pupuk organik dari pemanfaatan limbah domestik pertanian dan sampah rumah tangga

- Mempercepat proses pengomposan (dari 3 minggu menjadi hanya 1 minggu)
- Mengurangi sebanyak 25 ton limbah organik dan mereduksi emisi sejumlah 4 ton CO₂eq/ tahun
- Meningkatkan akses ke pupuk organik untuk pertanian

Green Watering untuk merespon keterbatasan akses air melalui inovasi sistem pipa dan teknologi ultrafiltrasi air yang terintegrasi dengan PLTS

- Meningkatkan akses air bersih untuk pertanian
- Meningkatkan akses air bersih siap konsumsi untuk masyarakat
- Memberdayakan masyarakat dengan unsur budaya "Ngalokat Sirah Cai" yang artinya memelihara dan menghormati sumber air

Manfaat bagi masyarakat setempat

Ekonomi

Menghemat biaya pembibitan di Geothermal Greenhouse (Rp 284,2 Juta/tahun)

Meningkatkan pendapatan dari konversi sampah anorganik menjadi e-money & voucher internet (Rp 55,2 juta)

Meningkatkan rata - rata - pendapatan penjualan kopi geothermal (Rp 2,8 Miliar/tahun) dan meningkatkan pendapatan barista kelompok Geothermal Coffee Process menjadi 2x lipat (Rp 3 Juta /bulan)

Peningkatan pendapatan masyarakat hingga mencapai UMK Kabupaten Bandung yaitu sebesar Rp3.5 Juta /bulan

Memberikan lapangan kerja bagi 42 orang pengangguran



Sosial

- Meningkatkan akses air bersih ke 868 masyarakat yang mengkonsumsi air dan 765 petani untuk pertanian dan perkebunan
- Memberikan manfaat dari kegiatan GeO-Fert dan Geo-Farm ke 653 petani tergabung
- Meningkatkan awareness terhadap energi hijau melalui program CSR Green Energy Awareness dengan 9.836 peserta
- Memberikan akses kesehatan ke 229 individu rentan (81 lansia, 72 ibu hamil, dan 76 balita)
- Total penerima manfaat langsung mencapai 12.483 orang

Lingkungan

- Mengurangi limbah organik (24,96 Ton/tahun), limbah anorganik (5,52 ton/tahun) serta mengurangi emisi karbon (4,56 tCO₂e/tahun)
- Menjaga ketersediaan sumber air
- Menjaga kesuburan tanah dari penggunaan pupuk organik



Bagaimana Peran Kamu dalam Menyuarakan Energi Panas Bumi

5. Bagaimana Peran Kamu dalam Menyuarakan Energi Panas Bumi

Chapter terakhir ini mengajak Anda untuk menjadi bagian dari perubahan dengan menyuarakan pentingnya energi panas bumi. Anda akan mempelajari prinsip dasar komunikasi yang efektif, bagaimana memilih strategi komunikasi yang sesuai, serta bagaimana mengevaluasi dampak pesan yang disampaikan. Chapter ini relevan untuk siapa saja yang ingin berkontribusi dalam meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang energi panas bumi di lingkungan sekitar.

Tahukah kamu bahwa salah satu hambatan terbesar dalam pengembangan energi panas bumi di Indonesia adalah kurangnya pemahaman dan penerimaan masyarakat? Inilah peluang besar bagi kita, untuk berkontribusi!

Kamu bisa menjadi bagian dari perubahan dengan membantu menyebarkan pengetahuan tentang energi panas bumi. Dengan menjelaskan manfaat besar yang bisa dirasakan oleh masyarakat, risiko serta langkah mitigasi yang telah disiapkan, kamu dapat membantu membuka pikiran banyak orang.

Bersama-sama, kita bisa menciptakan dukungan yang lebih kuat untuk energi yang bersih, aman, dan berkelanjutan ini.



5.1. Apa saja prinsip dalam mengkomunikasikan energi panas bumi yang efektif?

Prinsip ini digunakan untuk mempermudah kita dalam menyampaikan pesan kepada masyarakat luas agar pesan dapat tersampaikan secara efektif.

Relevan

Dalam mengkomunikasi tentang energi panas bumi, kita harus bisa menghubungkan topik ini dengan hal-hal yang dekat dengan kehidupan kita sehari-hari. Kita dapat menunjukkan bagaimana energi ini dapat mengurangi ketergantungan atas energi fosil, memenuhi kebutuhan energi dan mengurangi impor atau bahkan membuka peluang kerja baru yang dapat dirasakan langsung oleh masyarakat.

Inklusif

Pesan yang kita sampaikan sebisa mungkin mengajak semua orang untuk terlibat. Kita harus dapat memberikan kesempatan bagi setiap orang untuk berbicara dan didengar sehingga setiap orang merasa berperan.

Transparan

Materi komunikasi juga harus disusun dengan jujur tentang semua dampak yang ditimbulkan, baik positif maupun negatif, tidak hanya terfokus pada keuntungan yang ada.



Menarik

Komunikasi juga harus kita lakukan dengan cara yang bisa menarik perhatian audiens. Kita dapat menggunakan cerita yang menggugah, menggunakan tokoh inspiratif, dan gambar yang menarik untuk menjelaskan energi panas bumi sehingga informasi lebih mudah diingat.

Edukatif

Kita harus memastikan pesan yang disampaikan mampu mengedukasi mereka tentang pentingnya energi panas bumi, bagaimana teknologi ini dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, serta pentingnya peran mereka dalam berpartisipasi untuk mengakselerasi perkembangan energi panas bumi.

5.2. Bagaimana memilih alternatif komunikasi yang sesuai?

Untuk menyampaikan pesan mengenai panas bumi dengan efektif, ada beberapa langkah yang perlu dilakukan. Setiap langkah membantu kita memahami audiens, objektif, pesan, dan cara terbaik untuk berkomunikasi. Berikut alur yang dapat kita coba:

1. Mengetahui Audiens yang Ditargetkan

Langkah pertama adalah mengetahui siapa yang akan kita ajak berkomunikasi dan mengidentifikasi fokus yang mereka pertingkan, misal ekonomi, sosial, atau lingkungan.

2. Menetapkan Objektif Komunikasi

Langkah berikutnya adalah menentukan tujuan apa yang ingin kita capai dalam berkomunikasi. Apakah kita ingin menjalin kerjasama bisnis? Ingin menciptakan lapangan kerja dan memberdayakan tenaga kerja lokal? Atau ingin mengajak mereka lebih peduli dengan isu lingkungan?

3. Menyusun Pesan Utama

Setelah tujuan jelas, kita harus memikirkan pesan utama yang ingin disampaikan sesuai dengan audiens yang kita tuju dan tujuan yang ingin dicapai.

Contoh pesan utama dapat berupa "Menghemat biaya energi", "Peluang bisnis yang berkembang", "Pemberdayaan warga lokal", "Sumber pekerjaan baru", "Solusi yang berkelanjutan" atau "Energi yang menjaga kelestarian lingkungan".

4. Memilih Cara Komunikasi yang Tepat

Langkah selanjutnya adalah memilih cara yang tepat untuk menyampaikan pesan. Gaya komunikasi dapat lebih formal atau lebih santai. Saluran komunikasi dapat melalui saluran online seperti media sosial atau offline atau pertemuan langsung, tergantung dari audiens kita dan di mana mereka lebih aktif. Lingkup komunikasi dapat disesuaikan dari lingkup terkecil yaitu lokal, nasional, regional, hingga internasional.

5. Menentukan Durasi Waktu

Setelah memilih cara komunikasi, selanjutnya menyusun kapan pesan pertama kali disampaikan, seberapa sering harus diulang, serta berapa lama kampanye atau kegiatan publikasi akan berjalan.

6. Menyebarluaskan Pesan

Terakhir, pastikan pesan yang telah dirancang dan disampaikan tadi dapat menjangkau audiens seluas mungkin dengan membagikannya di seluruh media sosialmu!



Berikut adalah contoh lembar kerja yang dapat kamu gunakan untuk menyusun komunikasimu!

Mengetahui Target Orang

Pilih target orang yang ingin diajak sesuai dengan ketertarikan dan potensi masing-masing

Menentukan Objektif

Jabarkan apa yang ingin kamu capai dengan target orang yang sudah kamu tentukan

Menyusun Pesan Utama

Susun ajakan mengenai peningkatan pemanfaatan panas bumi di Indonesia sesuai dengan target dan tujuanmu

Pikirkan Cara Komunikasi

Pilih media yang ingin kamu gunakan sesuai dengan ruang lingkup aktivitasmu

Tentukan Durasi Waktu

Beritahukan target waktu yang ingin dilakukan dalam aktivitas ini

Sebar Luaskan!

Tingkatkan kontribusimu dengan memperluas ajakan kamu

5.3. Apa saja bentuk komunikasi yang ada beserta kelebihan dan kekurangannya?

Gaya komunikasi	Saluran	Lingkup
<ul style="list-style-type: none"> • Formal • Informal • Horizontal (diskusi) • Vertikal (pembicara) • Top-down • Bottom-up 	<p>Offline</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materi cetak (surat, buletin) • Karya seni (poster, selebaran, stiker, fotografi, instalasi seni) • TV/radio • Telepon/SMS • Film • Pameran • Pertunjukan teater • FGD • Diskusi Panel • Kompetisi • Pelatihan • Kunjungan lokasi • Pemasangan alat (display) <p>Online</p> <ul style="list-style-type: none"> • Website • Aplikasi • Media sosial (Facebook, LinkedIn, Instagram, Twitter, Youtube) • Kelas online • Game 	<ul style="list-style-type: none"> • Lokal • Nasional • Regional • Internasional

Beragam bentuk komunikasi memberi kita peluang untuk memilih pendekatan yang paling efektif. Pilihan yang tepat tidak hanya memastikan pesan kita tersampaikan dengan jelas, tetapi juga menciptakan dampak yang lebih besar dan bermakna bagi semua pihak.

5.4. Penting Juga Bagi Kita untuk Memonitor dan Mengevaluasi Kinerja dari Komunikasi

Komunikasi efektif bukan sekadar menyampaikan pesan, tetapi memastikan pesan dipahami, relevan, dan berdampak positif. Monitoring serta evaluasi memudahkan kita menilai apa yang berhasil dan apa yang perlu ditingkatkan, sehingga komunikasi dapat terus disempurnakan.

Beberapa metrik yang dapat digunakan untuk mengukur efektivitas komunikasi:

1. Kepuasan Pemangku Kepentingan

Menggali pendapat para pemangku kepentingan mengenai kejelasan, relevansi, dan manfaat informasi yang telah disampaikan melalui survei, wawancara, atau diskusi kelompok terfokus (FGD).

2. Jumlah Partisipan

Menilai seberapa banyak orang yang terlibat, seperti jumlah peserta dalam rapat, pendengar dalam sesi umpan balik, atau mereka yang aktif bertanya dan memberikan pendapat.

3. Frekuensi dan Kualitas Feedback

Mengukur seberapa nyaman audiens dalam menyuarakan pendapat mereka melalui banyaknya tanggapan yang diterima, serta kedalaman dan relevansi komentar.

4. Data Analitik & Engagement

Mengukur tingkat keterjangkauan pesan yang kita sampaikan melalui tingkat interaksi di media sosial, jumlah komentar, atau engagement (likes, shares).



Monitoring dan evaluasi bukanlah proses yang dilakukan sekali saja, tetapi merupakan proses berkelanjutan yang terus memberikan masukan berharga. Kita dapat memodifikasi strategi komunikasi panas bumi agar tetap relevan dengan kebutuhan audiens dan responsif terhadap perubahan dan isu di masyarakat.

Daftar Pustaka

- Adi Prasetyo, F et al., (2023). *Bersahabat Dengan Alam: ISBN 978-623-09-5692-8* (Y. Anas Susetyo, Ed.). Yosae Karya Indonesia.
- Amanda, G. (2021, June 22). *Pertamina-LIPI dalam Lestarikan Flora di Kebun Raya Bogor*. Republika Online. <https://ekonomi.republika.co.id/berita/qv3c15423/pertamina-lipi-dalam-lestarikan-flora-di-kebun-roya-bogor?>
- Amr, G. (2021). *ruptl-2021-2030*. Scribd. <https://www.scribd.com/document/703905703/ruptl-2021-2030>
- Arisanti, Z. (2024). *Manisnya Uap Sisa Panas Bumi PLTPB Lahendong - zonaebt.com*. www.google.com. <https://images.app.goo.gl/Ht4ehFEbjKSfDAZ16>
- Arrofi, D., Abu-Mahfouz, I. S., & Prayudi, S. D. (2022). Investigating high permeable zones in non-volcanic geothermal systems using lineament analysis and fault fracture density (FFD): Northern Konawe Regency, Indonesia. *Geothermal Energy*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40517-022-00241-3>
- Asril. (2024, May 25). *Sensasi Mandi Air Panas di Kabupaten Solok*. Radio Republik Indonesia. <https://www.rii.co.id/wisata/712153/sensasi-mandi-air-panas-di-kabupaten-solok>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2023, June 27). *Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun - Tabel Statistik*. www.bps.go.id. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTk3NSMy/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun--ribu-jiwa-.html>
- Bagaskara, Adika & Al Asy'ari, M. Rizqi & Adityatama, Daniel Wilhelmus & Purba, Dorman & Haykal Ahmad, Azaria & Pratama, Aulia & Banjarnahor, Nursanty & Mukti, Agung. (2023). *Exploring New Ideas to Promote and Improve Geothermal Direct Use in Indonesia*.
- Buijze, L., van Bijsterveldt, L., Cremer, H., Paap, B., Veldkamp, H., Wassing, B. B. T., ... Jaarsma, B. (2019). Review of induced seismicity in geothermal systems worldwide and implications for geothermal systems in the Netherlands. *Netherlands Journal of Geosciences*, 98, e13. doi:10.1017/njg.2019.6
- Cahyano Adi, A. (2020). *Kementerian ESDM Kejar Tambahan 90 MW dari Panas Bumi*. ESDM. <https://esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/kementerian-esdm-kejar-tambahan-90-mw-dari-panas-bumi>
- Cahyono Adi, A. (2024, January 15). *Konsumsi Listrik Masyarakat Meningkat, Tahun 2023 Capai 1.285 kWh/Kapita*. ESDM. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip>

berita/konsumsi-listrik-masyarakat-meningkat-tahun-2023-capai-1285-kwh-kapita

- Center for Sustainable Systems, University of Michigan. (2024). "Geothermal Energy Factsheet." Pub. No. CSS10-10.
- Danur Lambang Pristiandaru. (2023, December 26). *Capai 13,7 Juta, Ini Daftar Lapangan Kerja Bidang Energi Terbarukan 2022*. Kompas.com. https://lestari.kompas.com/read/2023/12/26/180000686/capai-13-7-juta-ini-daftar-lapangan-kerja-bidang-energi-terbarukan-2022#google_vignette
- Direktorat Panas Bumi. (2024). *Pengembangan Panas Bumi di Indonesia*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Djoko Santoso, F. (2023, August 31). *Potensi Geothermal Terbesar Kedua di Dunia, Pertamina Siap Gandeng Mitra Global dalam AIPF | Pertamina*. Www.pertamina.com. <https://www.pertamina.com/id/news-room/news-release/potensi-geothermal-terbesar-kedua-di-dunia-pertamina-siap-gandeng-mitra-global-dalam-aipf>
- Electricity consumption – Electricity Information: Overview – Analysis – IEA. (2024). *Electricity consumption – Electricity Information: Overview – Analysis – IEA*. IEA. https://www-iea-org.translate.goog/reports/electricity-information-overview/electricity-consumption?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=sge
- Fernando, T. (2024, December 5). *Masih Minim, Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan di Indonesia Baru 0,3 Persen!* Rilis.id. <https://rilis.id/Daerah/Berita/Kementerian-ESDM-Pemanfaatan-Energi-Baru-Terbarukan-di-Indonesia-Baru-03-Persen-DfJsvfk#:~:text=Realisasi%20sampai%20Agustus%202024%20bauran%20energi%20dari,persen%2C%20panas%20bumi%205%20persen%2C%20biomassa%201%2C7>
- Garthwaite, J. (2019, May 23). *Solving geothermal energy's earthquake problem*. Stanford Report. <https://news.stanford.edu/stories/2019/05/lessons-south-korea-solving-geothermals-earthquake-problem>
- Gehring, M. & Loksha, V. (2012). *Geothermal Handbook: Planning and Financing Power Generation*. https://www.esmap.org/sites/esmap.org/files/DocumentLibrary/FINAL_Geothermal%20Handbook_TR002-12_Reduced.pdf
- Geothermal Energy Association. (2009). *Geothermal energy and induced seismicity* (GEA Issue Brief). https://geothermal.org/sites/default/files/2021-02/Geothermal_Energy_and_Induced_Seismicity_Issue_Brief.pdf?utm_source=chatgpt.com

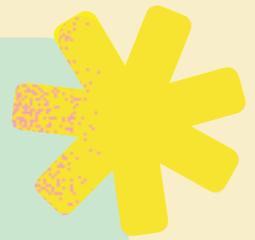
- IRENA. (2024). *Renewable energy highlights Electricity generation by energy source Share of generation (%) Electricity Generation (TWh) Fossil fuels Nuclear Other non-renewables Pumped storage Renewables % Renewables % Variable Renewables*. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Jul/Renewable_energy_highlights_FINAL_July_2024.pdf
- Irzam. (2024, April 24). Kolam Air Panas Jaboi, Oase Damai di Ujung Barat Indonesia. Radio Republik Indonesia. <https://www.rrt.co.id/wisata/650453/kolam-air-panas-jaboi-oase-damai-di-ujung-barat-indonesia>
- JICA (2016, September). *An analysis of geothermal power generation cost: Generation cost structure and its characteristics*. The Project to Develop Medium and Long Term Geothermal Development Policy in Indonesia.
- JPNN (2021). *Inovasi Uap Panas Bumi PLTP Kamojang Dongkrak Produksi Bibit Kentang*. www.google.com. <https://images.app.goo.gl/QbQ4TRTxvRi6qa4y8>
- Jóhannesson, P. (2016, April). *Geothermal district heating & cooling (Drying)*. ESMAP - Global Geothermal Development Plan, Roundtable 3.
- Kaya, E., Zarrouk, S. J., & O'Sullivan, M. J. (2011). Reinjection in geothermal fields: A review of worldwide experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 47–68. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.032>
- KESDM RI. (2020). *Islandia: Negeri Es yang Sukses Kembangkan Panas Bumi*. ESDM. https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/islandia-negeri-es-yang-sukses-kembangkan-panas-bumi?utm_source=chatgpt.com
- Kiniry, L. (2023). *Iceland's Greenhouses: Creating a Sustainable Food System*. Natural Habitat Adventures. <https://www.nathab.com/icelands-greenhouses/>
- Kipsang, C. (2015). *Cost model for geothermal wells*. In Proceedings of the World Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia.
- Kompas Media. (2009, February 23). *Mengolah Gula Aren dengan Bantuan Panas Bumi*. Kompas.com. <https://ekonomi.kompas.com/read/2009/02/23/20471096/mengolah-gula-aren-dengan-bantuan-panas-bumi>
- Koons, E. (2024, February 28). *Indonesia's Untapped Geothermal Energy Potential*. Energy Tracker Asia. <https://energytracker.asia/geothermal-energy-indonesia>
- Levine, A., Taverna, N., & Young, K. (2018). *Environmental Concerns and Mitigation Associated with Geothermal Resource Confirmation Drilling Activities*. U. S. National Renewable Energy Laboratory (NREL). <https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/72577.pdf>

- Li, K., Bian, H., Liu, C., Zhang, D., & Yang, Y. (2013). Comparison of geothermal with solar and wind power generation systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *42*, 1464–1474. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.049>
- Luis. (2024). Evolution of worldwide geothermal power 2020–2023. *Geothermal Energy*, *12*(1). <https://doi.org/10.1186/s40517-024-00290-w>
- Lund, J. W. (2009). *Balneological Use Of Thermal Waters*. National Development of Geothermal Energy Use and International Course/EGEC Business Seminar on Organization of Successful Development of A Geothermal Project, Slovakia.
- Lund, J. W., & Boyd, T. L. (2016). Direct Utilization of Geothermal Energy 2015 worldwide review. *Geothermics*, *60*, 66–93. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2015.11.004>
- M Baqir Idrus Alatas. (2024, September 10). *Pemanfaatan potensi energi terbarukan perlu kolaborasi internasional* Antara News; ANTARA. <https://www.antaranews.com/berita/4322831/pemanfaatan-potensi-energi-terbarukan-perlu-kolaborasi-internasional>
- Mannvit Engineering. (2013). Environmental Study on Geothermal Power. Intelligent Energy Europe Programme of the European Union. <http://www.geoelec.eu/wp-content/uploads/2014/03/D-4.2-GEOELEC-report-on-environment.pdf>
- Ng, C., White, T., Katariya, V., & Pollard, E. (2021, April). Geothermal power generation and biodiversity: The business case for managing risk and creating opportunity. World Geothermal Congress 2020+I. Iceland. https://www.researchgate.net/publication/350837574_Geothermal_power_generation_and_biodiversity_the_business_case_for_managing_risk_and_creating_opportunity
- Patel, S. (2023, April 4). *EGS, AGS, and Supercritical Geothermal Systems: What's the Difference?* POWER Magazine. <https://www.powermag.com/egs-ags-and-supercritical-geothermal-systems-whats-the-difference/>
- Pertamina Geothermal Energy (2023). *Pusat Konservasi Elang Kamojang*. [pge.pertamina.com. https://www.pge.pertamina.com/id/pusat-konservasi-elang-kamojang](https://www.pge.pertamina.com/id/pusat-konservasi-elang-kamojang)
- Pálsson, B. (2017). *Planning of geothermal drilling projects*. Paper presented at the SDG Short Course II on Feasibility Studies for Geothermal Projects, organized by UNU-GTP and LaGeo, Santa Tecla, El Salvador.
- PT Pertamina (Persero). (2021). *Hemat Biaya, Coccopeat Hasil Sterilisasi Uap Geothermal Tingkatkan Produksi Bibit Kentang Hampir 2 Kali Lipat | Pertamina*. [Pertamina.com. https://www.pertamina.com/id/news-room/news-release/hemat-biaya-](https://www.pertamina.com/id/news-room/news-release/hemat-biaya-)

cocopeat-hasil-sterilisasi-uap-geothermal-tingkatkan-produksi-bibit-kentang-hampir-2-kali-lipat

- Notonegoro, K. (2023, April 5). *Peluang dan tantangan industri panas bumi dalam mendukung ketahanan dan transisi energi Indonesia* [Presentasi]. Reforminer Institute.
- Ritcher, A. (2020, April 5). *Ageing better with geothermal waters – the health aspects of geothermal*. Thinkgeoenergy.com. <https://www.thinkgeoenergy.com/ageing-better-with-geothermal-waters-the-health-aspects-of-geothermal/>
- Rizky Kusumo. (2023, January 17). Berkah Panas Bumi untuk Hasilkan Gula Aren bagi Masyarakat Tomohon. Good News from Indonesia. <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2023/01/17/berkah-panas-bumi-untuk-hasilkan-gula-aren-bagi-masyarakat-tomohon>
- Sakai, Y. (2016). Advanced geothermal steam turbines. In *Advances in Steam Turbines for Modern Power Plants* (pp. 455–486). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100314-5.00019-1>
- Setiawan, V. N. (2024, March 19). *Ini Andalan Transisi Energi RI, Terbesar ke-2 Dunia!* CNBC Indonesia; [cnbcindonesia.com. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20240319110524-4-523187/jini-andalan-transisi-energi-ri-terbesar-ke-2-dunia>](https://www.cnbcindonesia.com/news/20240319110524-4-523187/jini-andalan-transisi-energi-ri-terbesar-ke-2-dunia)
- Sovacool, B. K., Kim, J., & Yang, M. (2020). *The hidden costs of energy and mobility. A global meta-analysis and research synthesis of electricity and transport externalities*. *Energy Research & Social Science*, 68, 101885. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101885>
- The Biodiversity Consultancy. (2024). *Mitigation Hierarchy*. The Biodiversity Consultancy. <https://www.thebiodiversityconsultancy.com/services/site-level-advisory/mitigation-hierarchy/>
- The World Bank Group. (2022). *Direct Utilization of Geothermal Resources*. https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/16103-WB_ESMAP%20Direct%20Use-WEB.pdf
- ThinkGeoEnergy. (2024, January 8). *ThinkGeoEnergy's Top 10 Geothermal Countries 2023 – Power Generation Capacity*. ThinkGeoEnergy. <https://www.thinkgeoenergy.com/thinkgeoenergys-top-10-geothermal-countries-2023-power-generation-capacity/>
- Thompson, N. (2024, September 30). *Geothermal development: fool's gold or the future of energy?* Energy Monitor. <https://www.energymonitor.ai/sponsored/geothermal-development-fools-gold-or-the-future-of-energy/>

- U.S. Energy Information Administration. (2022, December 27). Geothermal Explained. Eia.gov; U.S. Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/energyexplained/geothermal/>
- USDEO. (2019). *GeoVision: Harnessing the Heat Beneath Our Feet*. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2019/06/t63/GeoVision-full-report-opt.pdf>
- Undang-Undang No. 21 Tahun 2014, Database Peraturan | JDIH BPK (2014). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/38684/uu-no-21-tahun-2014>
- Union of Concerned Scientists. (2013, March 5). Environmental Impacts of Geothermal Energy. Union of Concerned Scientists. <https://www.ucsusa.org/resources/environmental-impacts-geothermal-energy>
- Utami, A., Aji, N., Fadyah, A., Ghifari, A., Anam, M. B., Ramadhani, S., Rasyid, F. H., & Maulana, R. R. (2020). Geothermal energy solid waste management: Source, type of waste, and the management. 2nd International Conference on Earth Science, Mineral, and Energy, 2245(1). <https://doi.org/10.1063/5.0007299>
- Warta Indonesia. (2024, October 1). Bawa Canaya Geothermal Coffee ke Kancan Global, PGE Area Kamojang Raih Penghargaan ASEAN Renewable Energy Project Awards 2024. *Warta Indonesia*. <https://wartaindonesia.id/bawa-canaya-geothermal-coffee-ke-kancan-global-pge-area-kamojang-raih-penghargaan-asean-renewable-energy-project-awards-2024/>
- Zerlina Arisanti. (2024, March). Manisnya Uap Sisa Panas Bumi PLTPB Lahendong. *Zonaebt.com*. <https://zonaebt.com/panasbumi/manisnya-uap-sisa-panas-bumi-pltpb-lahendong/>



Ditulis oleh:



SRE

Didukung oleh:



Dicetak oleh:



RMBooks

Buku Komunikasi Publik

Panas Bumi

Buku Komunikasi Panas Bumi memandu Anda memahami energi panas bumi—mulai dari cara terbentuk hingga perannya bagi masa depan energi Indonesia. Didampingi tiga karakter unik yang dekat dengan masyarakat, buku ini memaparkan konsep teknis sederhana, kisah nyata pemanfaatan, dan langkah praktis untuk mendukung pengembangan energi terbarukan.

Melalui pendekatan komunikasi yang efektif, buku ini juga mendorong pembaca menjadi *agent of change* untuk dapat menyebarkan mengenai potensi besar panas bumi sebagai salah satu kunci menuju ketahanan energi dan keberlanjutan lingkungan di Indonesia

