

## **Potensi Panas Bumi sebagai Energi Alternatif dalam Mewujudkan Indonesia Bebas Emisi Karbon**

### *Geothermal Potential as An Alternative Energy in Realizing Carbon Emission-Free Indonesia*

**Yuli Ermawati<sup>1\*</sup>, Eriyana Yulistia<sup>2\*</sup>, Fetty Zulyanti<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Baturaja

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Baturaja

\*Correspondent Author : [eriyanyulistia@unbara.ac.id](mailto:eriyanyulistia@unbara.ac.id), [yulielektro.ubr@gmail.com](mailto:yulielektro.ubr@gmail.com)

#### **ABSTRACT**

Carbon emissions have an adverse effect on the earth by contributing to the greenhouse effect resulting in climate change. More ever, on human health, carbon emissions also have an impacts. The International Energy Agency (IEA) has launched a carbon emission-free program in 2050.Indonesia is endowed with abundant geothermal sources due to the many volcanoes in Indonesia, but the potential has not been maximally utilized. In order to play a role in realizing a carbon emission-free Indonesia, the potential of geothermal energy as one of the renewable energy sources should be studied more deeply.

Keywords : Carbon Emission, Indonesia, Renewable Energy,

#### **ABSTRAK**

Emisi karbon memberi efek buruk pada bumi dengan memberikan kontribusi pada efek rumah kaca sehingga mengakibatkan perubahan iklim. Selain berkontribusi pada perubahan iklim, ternyata emisi karbon juga berdampak pada kesehatan manusia. Badan Energi Internasional telah mencanangkan program bebas emisi karbon pada tahun 2050.Indonesia dikaruniai sumber panas bumi yang berlimpah karena banyaknya gunung berapi di Indonesia, namun potensi tersebut belum secara maksimal dimanfaatkan. Dalam rangka turut berperan dalam mewujudkan Indonesia bebas emisi karbon, potensi energi panas bumi sebagai salah satu sumber energi terbarukan patut dikaji lebih dalam.

Kata Kunci : Emisi Karbon, Energi Terbarukan, Indonesia

#### **PENDAHULUAN**

Emisi karbon merupakan produk dalam bentuk gas yang dikeluarkan oleh aktivitas pembakaran senyawa yang mengandung karbon. Gas CO<sub>2</sub> adalah salah satu contoh dari emisi karbon. Emisi karbon merupakan sebagai salah satu kontributor penyebab pencemaran udara

yang dapat memberikan dampak buruk pada kesehatan manusia.

Selain berdampak langsung pada kesehatan manusia, emisi karbon memberi efek yang buruk untuk bumi, yaitu dengan memberikan kontribusi dalam perubahan iklim, sehingga iklim menjadi tidak menentu. Bencana alam yang kerap terjadi

beberapa tahun belakangan, seperti misalnya indeks kualitas udara yang buruk, pergeseran musim, sehingga terjadinya banjir merupakan bentuk-bentuk perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global (Astra, 2003).

Banyaknya dampak negatif yang muncul untuk lingkungan dan kesehatan manusia akibat emisi karbon, telah menciptakan paradigma baru bagi masyarakat dunia untuk mewujudkan ide dan upaya bebas emisi karbon di masa depan. Indonesia sendiri telah menetapkan target untuk menuju fase zero-carbon yaitu pada tahun 2050. Indonesia memiliki zero-carbon plan karena didukung oleh banyaknya energi terbarukan di Indonesia salah satunya energi. Geothermal dapat mewujudkan upaya zero-carbon di masa depan.

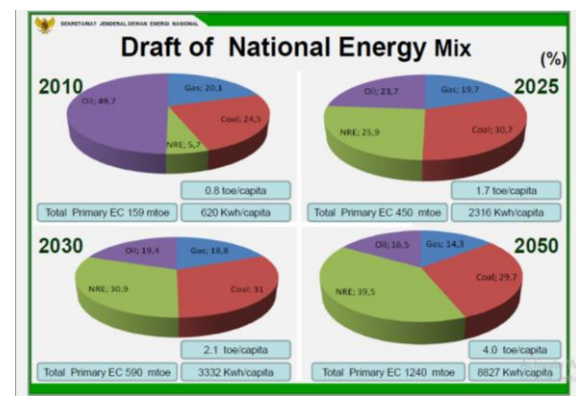
Menurut perkiraan, Indonesia akan dapat menghasilkan hingga 28,9 ribu MW listrik dari energi panas bumi. Hal ini menurut data energi panas bumi di Indonesia setara dengan 40% dari seluruh potensi panas bumi di dunia (Dewan Energi Nasional, 2022). Tapi sayangnya, sejauh ini, hanya kurang dari 5% saja dari potensi ini yang telah digunakan. Jika dilihat dari potensinya, maka produksi energi yang dihasilkan, dan jumlah pembangkit geotermal yang telah ada di Indonesia belum ekuivalen. Pembangkit listrik tenaga panas bumi di Indonesia tidak banyak, baik dari segi jumlah pembangkit maupun kapasitas pembangkitnya.

### KAJIAN LITERATUR

Paradigma dunia bebas karbon di masa yang akan datang harus sudah diwujudkan. Internasiol Energy Agency (IEA), sebagai badan energi internasional telah memberikan himbauan dan mengupayakan langkah-langkah agar dunia menghentikan investasinya pada proyek energi fosil demi mencapai target iklim bebas karbon pada tahun 2050. Bagi

Indonesia, peta jalan untuk pengembangan energi baru dan terbarukan juga telah ditentukan.

Pada tahun 2010 lalu, Pemerintah Indonesia telah menerapkan prinsip bauran energi (*energy mix*) dalam pengelolaan energi di Indonesia. Bauran energi merupakan sebuah konsep atau strategi yang dapat digunakan sebagai sarana untuk mewujudkan konsep energi berkelanjutan dan pembangunan ekonomi. Kebijakan bauran energi (*energy mix*) menekankan bahwa penggunaan energi memang perlu mengoptimalkan sumber-sumber energi yang ada. (Mary *et al*, 2017).



Gambar 1. Bauran Energi

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa pada tahun 2010 penggunaan energi di Indonesia masih didominasi oleh minyak bumi yaitu sebanyak 49,7%, gas bumi sebanyak 20,1%, batu bara sebanyak 24,5% dan sisanya adalah menggunakan energi baru terbarukan (EBT). Skenario bauran energi yang akan dicapai pada tahun 2025 adalah penggunaan minyak bumi sebesar 23,7% gas bumi sebesar 19,7% batubara sebesar 30,7% dan sisanya menggunakan energi baru terbarukan sebesar 25,9%. Pada tahun 2030 penggunaan minyak bumi sebesar 19,4%, gas bumi sebesar 18,8%, batu bara sebesar 31% dan menggunakan energi baru terbarukan sebesar 30,9%. Optimalisasi penggunaan energi baru terbarukan pada tahun 2050 direncanakan meningkat daripada tahun-tahun

sebelumnya yaitu sebesar 39,5% sedangkan penggunaan energi lainnya semakin dikurangi seperti minyak bumi sebesar 16,5% gas bumi sebanyak 14,3% dan batu bara 29,7%. Tetapi hanya 11,2 % dari bauran energi ini yang dapat dicapai (Dewan Energi Nasional, 2022).

Kebijakan ini, ditambah dengan komitmen Indonesia untuk mengurangi emisi sebesar 29% pada tahun 2030, merupakan langkah nyata menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan. Akan tetapi tentu saja, komitmen mengenai sistem energi berkelanjutan ini harus juga didukung oleh potensi sumber daya yang tersedia, yang memiliki potensi besar dan tersebar di seluruh Indonesia (BIN, 2014).

Energi ramah lingkungan memiliki pengertian sebagai energi yang sumbernya berasal dari alam. Energi ramah lingkungan juga dikenal dengan istilah energi terbarukan yang didefinisikan sebagai energi yang dapat diperbarui dan tidak pernah habis. Energi ramah lingkungan juga dikenal sebagai penghasil energi yang tidak menimbulkan pencemaran bagi lingkungan. Apalagi bila hal ini dikaitkan dengan emisi karbon dan gas rumah kaca lainnya yang diyakini menjadi kontributor dalam pemanasan global yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim..

Adapun kriteria energi ramah lingkungan tersebut adalah:

1. Rendah emisi gas rumah kaca
2. Minim penggunaan lahan
3. Tidak membahayakan ekosistem
4. Penanganan limbah yang tepat
5. Berkelanjutan, baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan bakar
6. Berkelanjutan secara ekonomi

Gas rumah kaca adalah kontributor utama dalam perubahan iklim. Komponen terbesar dari gas rumah kaca adalah gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Dari data didapatkan bahwa pada tahun 2018, sebanyak 87% emisi  $\text{CO}_2$  global berasal dari bahan bakar fosil dan industri.

Penyumbang terbesar kedua dari gas rumah kaca adalah gas metana ( $\text{CH}_4$ ). Gas metana memiliki kapasitas ikatan termal 30 kali lebih tinggi daripada  $\text{CO}_2$ . Sebaliknya, energi ramah lingkungan akan mengemisikan  $\text{CO}_2$  maupun gas rumah kaca lainnya dalam jumlah yang rendah, bahkan dapat dikatakan hampir tidak ada. Baik itu pada saat proses prapembangunan pembangkit, maupun saat pembangkit telah beroperasi, hingga saat proses akhir yaitu proses dekomisioning. Salah satu sumber energi yang mengemisikan gas rumah kaca paling rendah diantaranya adalah tenaga geothermal (Dewan Energi Nasional, 2022).

Selain itu, menurut penelitian IESR yang berjudul “Deep Decarbonization of Indonesia's Energy System: The Road to Zero Emissions by 2050”, sumber listrik utama Indonesia saat ini adalah solar, yang mencapai angka 88%, pembangkit listrik tenaga air sebanyak 6%, 5% energi panas bumi, dan 1% energi terbarukan lainnya. Berdasarkan studi ini, diketahui bahwa pada tahun 2050, 5% dari penggunaan energi panas bumi akan dijadikan fotovoltaik sebagai sumber utama listrik. Dari analisis data menunjukkan bahwa pada tahun 2050, penggunaan EBT sebagai sumber energi akan meningkat sebanyak 31% dan penggunaan energi panas bumi di bagian photovoltaic pembangkit listrik akan mencapai 5%. Hal ini lah yang diharapkan dapat mengurangi emisi gas  $\text{CO}_2$  di masa depan dengan memaksimalkan penggunaan energi panas bumi yang bersih, ramah lingkungan dan berkelanjutan (Sutriani et al, 2020).

Dalam usaha untuk meningkatkan pemanfaatan energi baru terbarukan, besarnya cadangan energi panas bumi sebanyak 40% di Indonesia, diharapkan akan bisa dimanfaatkan untuk membantu Indonesia menuju bebas emisi karbon di tahun 2050. Hal ini juga merupakan upaya untuk membuat lingkungan hidup menjadi lebih baik. Akan tetapi tentu saja hal ini

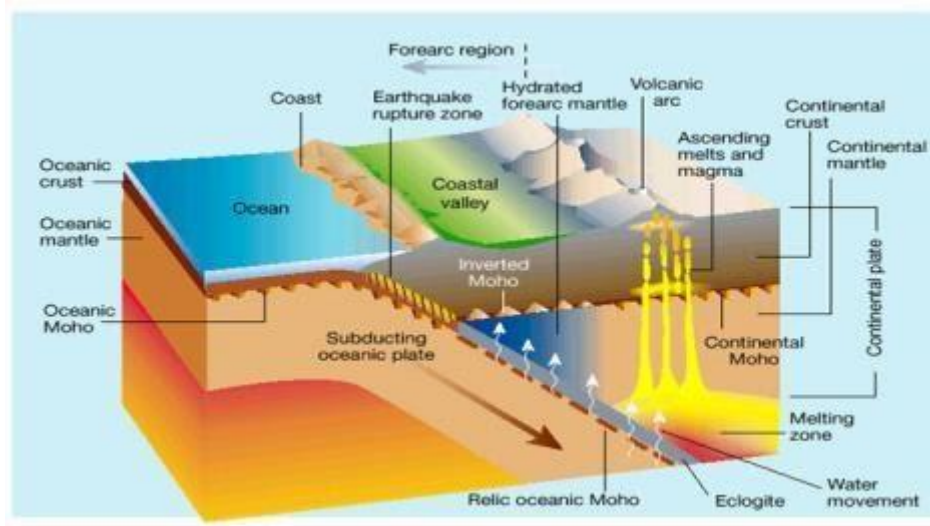
memerlukan beberapa upaya seperti menemukan titik potensial keberadaan energi panas bumi (Umam, 2018).

Kepulauan Indonesia terletak di dalam Ring of Fire (Cincin Api) Pasifik. Cincin Api adalah pertemuan antara satu lempeng tektonik dan lempeng tektonik lainnya. Pertemuan kedua lempeng

tektonik ini menciptakan zona subduksi di mana satu lempeng meluncur ke samping dan lewat di bawah lempeng lainnya. Bagian lempeng yang berada di bawah permukaan lempeng lainnya inilah yang menghasilkan panas (magma), yang merupakan sumber energi vulkanik.



**Gambar 2. Ring of Fire Indonesia**



**Gambar 3. Subduction Zone**

Ring of Fire inilah yang menyediakan sumber panas bumi yang akan dapat digunakan untuk membangkitkan energi listrik. Diprediksi, kapasitas sumber panas bumi di Indonesia memiliki potensi lebih

dari 27 GW. Potensi panas bumi di Indonesia merupakan 40% Potensi Geothermal yang ada di seluruh dunia (Dewan Energi Nasional, 2022).

## PEMBAHASAN

### A. Potensi Geothermal

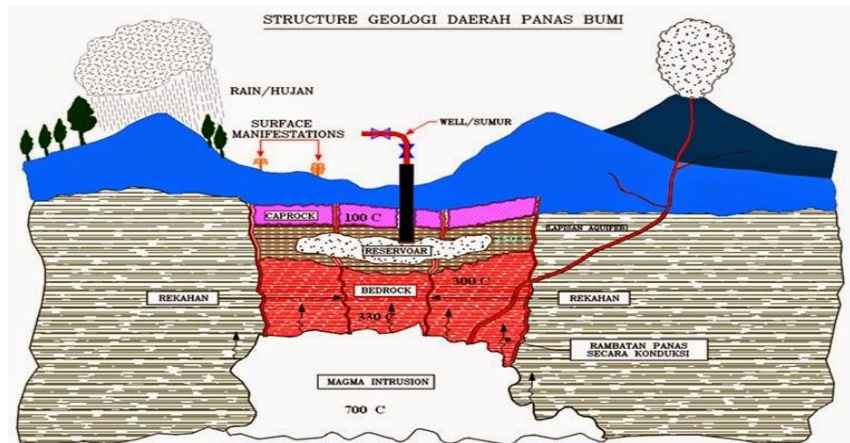
Energi panas bumi dikategorikan sebagai salah satu sumber energi baru terbarukan karena merupakan salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Hal ini disebabkan oleh proses pembentukannya yang berlangsung secara terus-menerus selama kondisi lingkungan seimbang. Di perut bumi, ada reservoir batuan dasar yang menampung energi panas bumi. Reservoir ini merupakan reservoir bawah tanah yang menyimpan energi panas bumi. Isi reservoir panas bumi umumnya terdiri dari H<sub>2</sub>O cair, yang berubah menjadi uap ketika terkena panas. (Meileni et al, 2012). Energi panas bumi memiliki banyak keuntungan jika dibandingkan dengan penggunaan energi fosil. Panas bumi dapat mensuplai energi dengan tingkat energi yang stabil. Panas bumi tidak tergantung pada cuaca atau pertimbangan musim serta emisi udara yang dihasilkan sangat rendah, bisa dikatakan dapat diabaikan karena rendahnya. Dimana hal ini tentu saja dapat membantu pemerintah dalam komitmennya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Produk yang dihasilkan sebagai limbah dari pembangkit panas bumi juga hanya berupa air, sehingga tidak akan menyebabkan pencemaran udara dan merusak atmosfer. Kualitas lingkungan di area sekitar pembangkit dapat tetap terjaga, karena dalam proses

pengoperasian pembangkit juga tidak memerlukan bahan bakar. Lainnya halnya dengan pembangkit listrik tenaga lain, seperti pembangkit yang menggunakan energi fosil, yang memiliki gas sisa/buangan sebagai hasil pembakarannya.

Indonesia akan mengalami kesulitan untuk memacu pertumbuhan ekonomi yang signifikan jika tidak didukung oleh adanya ketersediaan pasokan energi listrik yang andal dan ramah lingkungan. Fenomena berkurangnya produksi sumber daya energi primer, seperti minyak bumi, gas dan batubara, yang nota bene merupakan energi fosil, telah dirasakan oleh Indonesia sejak satu dasawarsa terakhir. Dimana Indonesia telah menjadi importir minyak sejak tahun 2004. Usaha-usaha eksplorasi untuk mencari sumber-sumber titik produksi baru belum menemukan hasil yang memuaskan, oleh karena itulah, akhirnya pemerintah mulai mengupayakan untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan seperti panas bumi, biofuel, hydro dan biomassa.

Target penggunaan energi baru dan terbarukan sebanyak 23 persen pada tahun 2025 diharapkan akan dapat dicapai. Pengembangan pembangkit listrik tenaga panas bumi dan energi terbarukan lainnya mutlak harus terus dimaksimalkan pemanfaatannya, sehingga selain bisa untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, juga dalam rangka merealisasikan program menurunkan emisi gas CO<sub>2</sub>.





**Gambar 4. Struktur Geologi Daerah Panas Bumi (Reservoir)**

## B. Prinsip Kerja Geothermal

Ditinjau dari aspek lingkungan pembentukannya, biasanya panas bumi berada pada lingkungan pembentukan yang berada pada jalur api atau busur vulkanik. Hal ini biasanya hanya terdapat pada pegunungan dengan ketinggian-ketinggian tertentu. Di sini, uap panas diekstraksi dari reservoir bawah tanah melalui sumur reinjeksi dan dikembalikan ke reservoir setelah digunakan tanpa kontaminasi yang signifikan. (Bowen, 2012). Adapun Siklus yang terjadi yaitu :

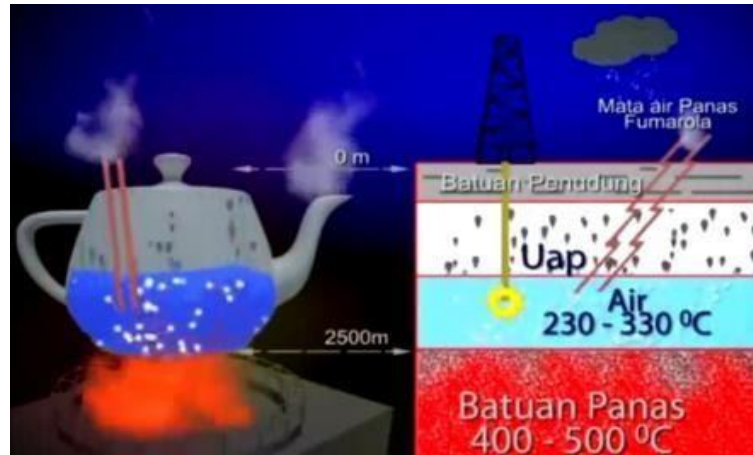
1. Air/H<sub>2</sub>O (cairan) yang berasal dari reservoir di dalam bumi dipanaskan oleh batuan, yang dipanaskan oleh magma bumi dan kemudian berubah bentuknya menjadi uap air.
2. Uap yang dihasilkan dari proses pemanasan tersebut, akan naik secara alami melalui pipa-pipa yang telah dihubungkan agar dapat masuk ke dalam turbin.
3. Tetapi sebelum masuk ke turbin, uap tersebut terlebih dahulu masuk ke dalam part Header Receiving, kemudian masuk ke bagian Separator yang berfungsi sebagai pemisah uap dan air, karena uap air yang dihasilkan di bagian ini bentuknya bukanlah 100 persen uap, tetapi masih mengandung H<sub>2</sub>O dalam bentuk cairan.
4. Setelah selesai di bagian separator, uap akan masuk ke bagian Demister yang fungsinya kurang lebih sama seperti separator, hanya saja Demister merupakan saringan lebih halus dibanding separator, sehingga air yang masih berhasil lolos dari separator akan kembali tersaring di bagian Demister, sehingga uap air yang dihasilkan benar-benar berupa uap kering.
5. Selanjutnya uap kering yang telah bebas dari uap air tersebut akan masuk ke dalam turbin dan memutar Turbin Uap. Disini akan terjadi perubahan energi gerak dari turbin dan energi panas dari uap air menjadi energi mekanik berupa putaran turbin dan generator.
6. Kemudian generator yang akan mengubah bentuk energi gerak tersebut menjadi energi listrik.
7. Untuk uap yang sudah digunakan untuk memutar turbin, selanjutnya akan dikondensasikan di dalam kondensor melalui proses kondensasi Indirect Contact atau Direct Contact dengan menggunakan air dari Main Cooling Water Pump.
8. Setelah uap mengalami kondensasi menjadi air, air tersebut akan dimasukkan ke bagian Cooling Tower dengan cara dipompakan untuk menjalani proses pendinginan

sebelum disuntikkan kembali ke dalam bumi

9. Selanjutnya setelah dari Cooling Tower, air akan dipompakan dan

disuntikkan kembali ke dalam sumur atau ke dalam lapisan bumi

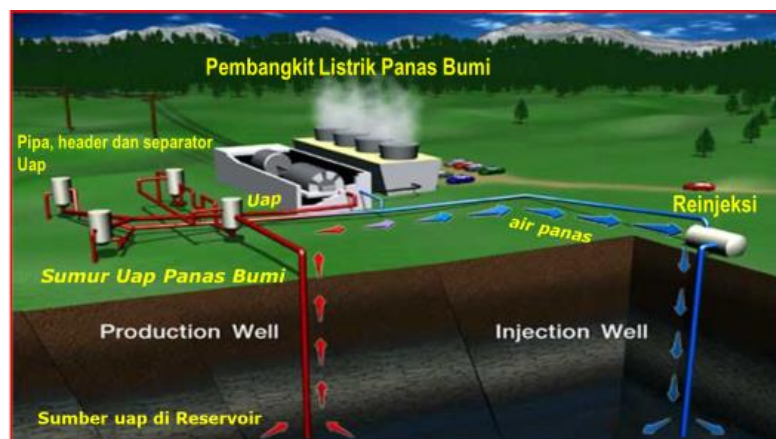
10. Proses ini dapat dilakukan secara berulang – ulang.



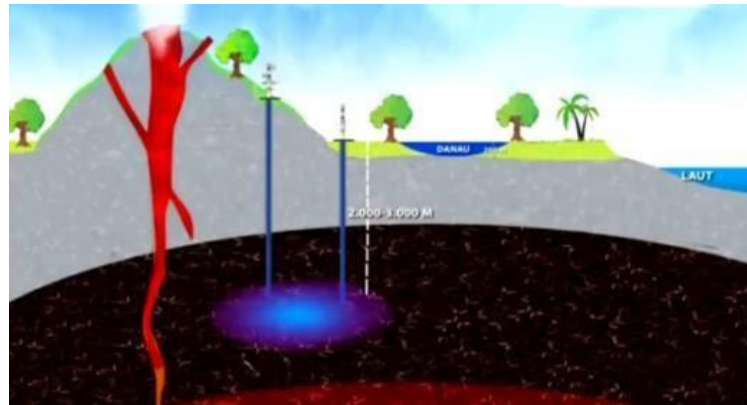
**Gambar 5. Proses Pemanasan Air di dalam Kerak Bumi**

Keberadaan pembangkit panas bumi di suatu wilayah, tidak akan memberikan pengaruh pada ketersediaan air tanah di daerah tersebut. Hal ini dikarenakan sisa air buangan dari proses yang terjadi pada pembangkit geotermal akan direinjeksikan lagi ke dalam bumi dengan kedalaman yang berada jauh dari lapisan

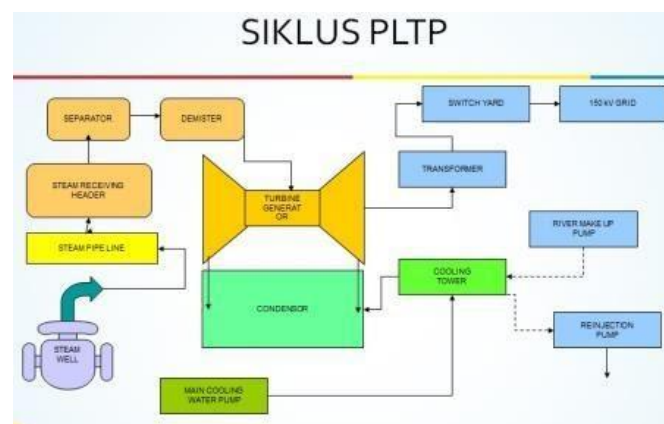
aliran air tanah. Dan air yang terkumpul di bagian dalam batuan rekahan di dasar bumi merupakan air yang asalnya dari hujan-hujan yang turun di tempat-tempat yang jauh jaraknya dari tempat reservoir bumi, kemudian mengalir sebagai aliran air tanah hingga tiba di tempat reservoir tersebut (Manyoe *et al*, 2020).



**Gambar 6. Reinjeksi Air ke dalam Bumi**



Gambar 7. Kedalaman Reinjeksi Air



Gambar 8. Siklus Geothermal

**Referensi :**

Astra, I. M. (2003). Energi dan dampaknya terhadap lingkungan. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 2(2), 127-135. Diakses dari [puslitbang.bmkg.go.id/jmg/index.php/jmg](http://puslitbang.bmkg.go.id/jmg/index.php/jmg).

Badan Intelijen Nasional. (2014). *Ketahanan Energi Indonesia 2015-2025 Tantangan dan Harapan*. CV Rumah Buku.

Bowen, R. (2012). *Geothermal Resource*. 2<sup>nd</sup> Edition. Springer Science & Business Media.

Dewan Energi Nasional. (10 Januari 2022). *Konsep bauran energi*. Dewan Energi Nasional ([den.go.id](http://den.go.id)).

Fandari, A.E., Daryanto, A., & Suprayitno, G. (2014). Pengembangan energi panas bumi yang berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 17 (1), 68-82. Diakses dari <https://journal.umy.ac.id/index.php/st/article/download/412/565>

Mary, R.T., Armawi, A., Hadna, A.H., & Pitoyo, A.J. (2017). Panas bumi sebagai harta karun untuk menuju ketahanan energi. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 23 (2), 217-237. DOI:<http://dx.doi.org/10.22146/jkn.26944>.

Manyoe, I. N., & Hutagalung, R. (2020). Subsurface Shallow Modelling Based on Resistivity Data in The Hot Springs Area of Libungo



Geothermal, Gorontalo. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 5(2), 87-93.

Sutriani, W., & Wijayanto, B. (2020). Strategi pengembangan industri energi terbarukan geothermal di kabupaten Pasaman. *Geography Science Education Journal*, 1 (1), 1-5. Diakses dari <http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/geosee/index>

Umam, M.F., Muhammad, F., Adityatama, D.W., Purba, D.P. (2018). Tantangan pengembangan energi panas bumi dalam perannya terhadap ketahanan energi di Indonesia. *Swara Patra*, 8 (3), 48-66. Diakses dari Swara Patra ([esdm.go.id](http://esdm.go.id))