

GEOTHERMAL POWERPLANT GREEN & RENEWABLE ENERGY POTENSI TEKNOLOGI DAN PELUANG KARIRNYA

Yohan Purwo Nugroho^{1*)}, Annuridya R.P Octasyilva¹⁾

1) Program Studi Manajemen Institut Teknologi Indonesia

E-mail: yohanpurwonugroho@yahoo.com

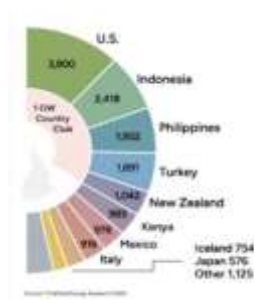
Abstrak

Berada di lingkaran Ring of Fire atau Cincin Api Pasific, Indonesia berada di posisi kedua negara atau sekitar 40% dengan potensi cadangan Panas Bumi terbanyak di dunia setelah United States. Dimana potensi tersebut dapat digunakan sebagai Pembangkit energi listrik. Dengan kebutuhan energi listrik di Indonesia adalah 288.436 GWh pada tahun 2023 dan akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia. Maka dengan cadangan potensi Panas Bumi tersebut maka Indonesia akan membutuhkan banyak pembangunan Pembangkit Listrik tenaga Panas Bumi dan untuk itu Indonesia juga membutuhkan peneliti dan tenaga ahli dari dalam negeri untuk mencukupi kebutuhan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi tersebut. Berdasarkan metode Studi Literature ini kita bisa mendapatkan gambaran kebutuhan akan tenaga ahli tersebut yang saat ini masih bergantung dari Tenaga Kerja Asing. Dan hasil penelitian ini adalah menggaris bawahi bahwa instansi terkait Indonesia masih sangat perlu berbenah dalam mencetak banyak Tenaga Ahli untuk industri Panas Bumi dengan mensinergikan kebijakan-kebijakan nya. Dengan sinergi kebijakan semua stake holder seperti Kementerian ESDM, Direktorat Panas Bumi, Kementerian Ketenagakerjaan, dan Departemen Pendidikan maka diharapkan dapat mencetak lebih banyak Tenaga Ahli bidang Panas Bumi.

Kata kunci: Geothermal, Renewable Energy, Potensi Teknologi, Potensi Karir, Ring of Fire.

Pendahuluan

Indonesia secara geografis berada di gugusan Ring of Fire atau Cincin Api Pasifik. Jalur kumpulan vulkanis yang ditandai dengan aktifitas gunung berapi dipermukaan tanah dan lokasi pertemuan banyak lempang tektonik di dalam permukaan tanahnya [1]. Di satu sisi, kondisi geografis ini memiliki resiko yang sangat besar seperti potensi meletus nya gunung berapi dan gempa bumi yang sering terjadi. Namun dibaliknya ada pula potensi energi yang dapat di gunakan sebagai cadangan energi hijau dan terbarukan. Indonesia sangat diuntungkan secara geografis karena menurut Think Geoenergy masuk dalam TOP 10 Geothermal Countries yaitu berada di posisi ke-2 dengan potensi 2,418 MW dibawah United States dengan 3,900 MW [2].



Sumber: Think Geo Energy 2023

Gambar 1. TOP 10 geothermal countries

Disisi lain, seiring dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia saat ini, kebutuhan akan ketersediaan energi listrik akan terus bertambah sementara trend dunia akan Pembangkit Listrik tenaga fosil makin ditinggalkan sehingga pembangunan pembangkit listrik ramah lingkungan akan sangat diperlukan.

Tabel 1. Sebaran Potensi Panas Bumi Per Pulau

No	Pulau	Energi Potensi (MWe)					Total	Kapasitas Terpasang
		Sumber Daya		Cadangan				
		Spekulatif	Hipotetis	Terduga	Mungkin	Terbukti		
1	Sumatera	2.276	1.557	3.735	1.041	1.070	9.679	562
2	Jawa	1.265	1.190	3.414	418	1.820	8.107	1.253,8
3	Bali	70	21	104	110	30	335	0
4	Nusa Tenggara	190	148	892	121	12	1.363	12,5
5	Kalimantan	151	18	13	-	-	182	0
6	Sulawesi	1.365	362	1.041	180	120	3.068	120
7	Maluku	560	91	497	6	2	1.156	0
8	Papua	75	-	-	-	-	75	0
	Total	5.952	3.387	9.696	1.876	3.054	23.965	1.948,3 *)

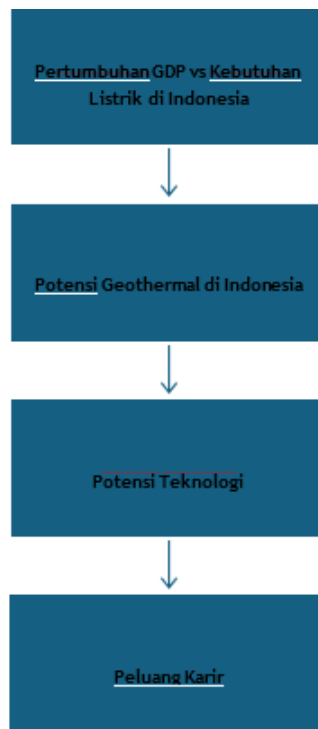
*) Status Desember 2018

Sumber: RUPTL 2021 – 2030 [5]

Sedangkan, hingga saat ini kebanyakan peneliti dan para ahli untuk Pembangkit Listrik Panas Bumi masih dikuasai oleh tenaga asing. Terutama untuk tenaga dengan keahlian tertentu. Sehingga dengan besarnya potensi ini dan seiring dengan kemajuan teknologi yang ada maka peluang peneliti dan tenaga dari Indonesia untuk dapat bisa berkiprah lebih banyak di Pembangkit Listrik Panas Bumi Indonesia. Bahkan menurut data ESDM, Indonesia akan membutuhkan sekitar 1.000 tenaga ahli untuk sektor Panas Bumi ini [3].

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian dilakukan dengan menggunakan Literature Review dengan berdasarkan data sekunder dari berbagai pihak yang berwenang seperti Badan Pusat Statistik (BPS), Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) dari PLN, Geothermal Researcher, dan lain lain. Sedangkan tahapan studi literature dilakukan diagram alir sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

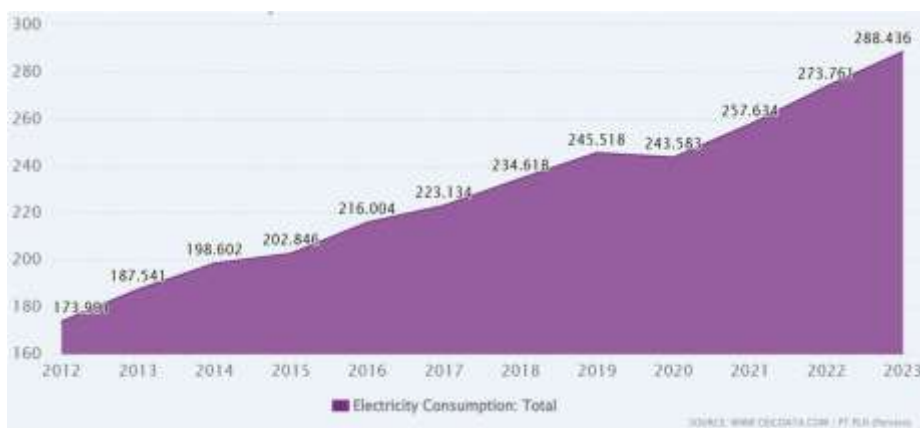
Hasil dan Pembahasan

Korelasi Pembangunan Ekonomi dan Kebutuhan Listrik

Pertumbuhan Ekonomi akan membawa dampak peningkatan jumlah penduduk, perkantoran, industri dan juga fasilitas umum lainnya yang membutuhkan pasokan tenaga listrik. Hubungan antara Gross Domestic Bruto (GDP)/Produk Domestik Bruto (PDB) dan Kebutuhan Listrik itu Linear dan juga sesuai dengan trend Urbanisasi. Indonesia memiliki rata-rata pertumbuhan GDP tahunan sekitar 5%- 6% selama dekade terakhir (kecuali saat pandemi COVID-19). Sedangkan kebutuhan listrik meningkat rata-rata **7%-8% per tahun**, lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan PDB [4].

Jadi seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan urbanisasi maka kebutuhan akan energi juga naik. Seperti saat ini di Indonesia kebutuhan rata rata akan energi adalah sekitar 288,436 GWh (data 2023) [4].

Tabel 2. Pertumbuhan PDB vs Kebutuhan Listrik di Indonesia



Uraian*	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*
Air	6,97%	6,46%	7,91%	6,70%	5,93%	7,79%	7,32%	6,30%	6,00%	6,59%
Panas Bumi	5,26%	4,75%	4,40%	4,44%	4,34%	4,29%	4,98%	5,25%	5,11%	5,73%
Biodiesel/Biofuel			0,07%	0,32%	0,28%	0,49%	0,40%	0,41%	0,57%	0,77%
Biomass				0,09%	0,19%	0,23%	0,23%	0,23%	0,13%	0,12%
Surya				0,02%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,02%	0,05%
Bayu						0,002%				0,17%
EBT Lain					0,002%			0,07%		
Gas	20,50%	22,86%	23,50%	24,09%	24,89%	26,28%	23,33%	22,25%	21,40%	16,80%
BBM :										
HSD	18,04%	11,88%	10,38%	9,61%	6,66%	4,64%	3,72%	3,68%	2,61%	2,29%
MFO	5,60%	3,20%	2,09%	1,84%	1,64%	1,82%	1,88%	1,89%	0,54%	0,25%
IDO	0,03%	0,002%	0,01%	0,01%	0,004%	0,002%	0,001%		0,0005%	0,00004%
Batubara	43,61%	50,84%	51,63%	52,89%	56,06%	54,45%	58,14%	59,91%	62,98%	66,30%
Impor										0,57%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

*J) Termasuk produksi pembangkit proyek dimasukkan dalam milik sendiri

**J) Realisasi sampai dengan Desember 2020

Sumber: RUPTL 2021 – 2030 [5]

Pada tabel diatas terlihat dari total energi terpasang terdiri dari 66,3% disumbang oleh PLTU, 6,5% dari PLTA. Sedangkan Geothermal atau panas bumi baru terealisasi sebesar 5,7% . Dan terkait dengan program Net Zero Carbon International, sehingga diharapkan penggunaan geothermal bisa naik ke 9,7% pada tahun 2030 [5].

Potensi Energi Geothermal dan Data Pembauran Energi di Indonesia

Dari potensi 2,400 GW Panas Bumi Indonesia yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, Potensi paling banyak di Sumatera tapi yang paling banyak terpasang di Jawa. Contoh PLTP tertua di Kamojang dengan total 235 MW sejak 1983, kemudian ada PLTP Darajat 270 MW, PLTP Dieng 60 + 10 MW [5].

Tabel 3. Sebaran Potensi Panas Bumi per Pulau

No	Pulau	Energi Potensi (MWe)					Total	Kapasitas Terpasang
		Sumber Daya		Cadangan				
		Spekulatif	Hipotetis	Terduga	Mungkin	Terbukti		
1	Sumatera	2.276	1.557	3.735	1.041	1.070	9.679	562
2	Jawa	1.265	1.190	3.414	418	1.820	8.107	1.253,8
3	Bali	70	21	104	110	30	335	0
4	Nusa Tenggara	190	148	892	121	12	1.363	12,5
5	Kalimantan	151	18	13	-	-	182	0
6	Sulawesi	1.365	362	1.041	180	120	3.068	120
7	Maluku	560	91	497	6	2	1.156	0
8	Papua	75	-	-	-	-	75	0
	Total	5.952	3.387	9.696	1.876	3.054	23.965	1.948,3 *

*) Status Desember 2018

Sumber: RUPTL 2021 - 2030

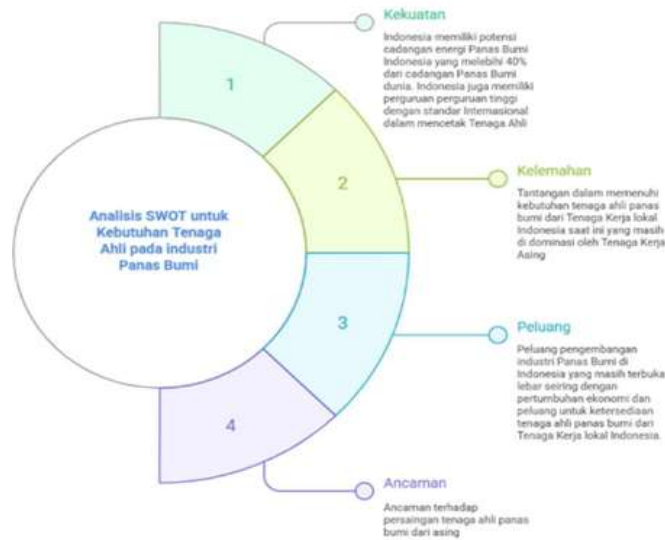


Gambar 3. Potensi panas bumi

Dari semua potensi Panas Bumi di Indonesia tersebut, Indonesia bagian timur merupakan daerah dengan pemanfaatan Geothermal terendah. Sedangkan kebutuhan energi listrik di daerah tersebut sudah pasti akan meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi daerah [5].

Potensi Teknologi dan Karir

Dengan menggunakan Metodologi Tinjauan Literature Sistematis (SLR) dengan pendekatan Tematik-Kronologis, pengumpulan data dengan identifikasi literatur akademik dan juga instansi pemerintah serta asosiasi terkait seperti jurnal, data teknis dari Direktorat Panas Bumi, Kementerian ESDM, Kementerian Tenaga Kerja, PGE, dan Geothermal Research, dan lain lain. Pemerintah secara eksplisit mengidentifikasi bahwa Indonesia membutuhkan total 1.000 tenaga ahli dan 3.000 operator terlatih untuk mendukung pengembangan panas bumi nasional. Angka 1.000 tenaga ahli berfungsi sebagai ukuran kuantitatif untuk mengukur kesenjangan kompetensi tingkat spesialis yang harus diisi [3].



Gambar 4. Analisis SWOT kebutuhan tenaga ahli

Dalam industri pembangkit listrik panas bumi, posisi tenaga ahli (terutama geosains dan *reservoir engineering*) merupakan posisi kunci yang menentukan kelayakan dan keberhasilan proyek eksplorasi[6]. Jika kapasitas Tenaga Kerja Dalam Negeri untuk posisi-posisi ini tidak terpenuhi, maka secara *default*, rasio Tenaga Kerja Asing yang digunakan untuk mengisi 1.000 posisi kritis ini akan tinggi, terutama dalam fase eksplorasi dan pengeboran. Hal ini menunjukkan bahwa ketergantungan asing bersifat kualitatif (keahlian spesifik) dan bukan hanya kuantitatif. Sehingga dapat disimpulkan saat ini dari semua potensi dan target pemanfaatan Panas Bumi di Indonesia diatas, saat ini kebanyakan masih menggunakan tenaga ahli yang berasal dari luar negeri [7].



Gambar 5. Tenaga Ahli

Sedangkan, dari data karyawan PT Pertamina Geothermal Energy (Persero) tahun 2021, kebutuhan Tenaga Ahli baru tersedia seperti tabel dibawah ini [8]:

Tabel 4. Kebutuhan Tenaga Ahli untuk Panas Bumi

JUMLAH PEKERJA PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY BERDASAR TINGKAT PENDIDIKAN DAN GENDER
PT PERTAMINA GEOTHERMAL ENERGY EMPLOYEES BASED ON EDUCATION LEVEL AND GENDER

Tingkat Pendidikan Education Level	2021			2020			2019		
	Pria Male	Wanita Female	Jumlah Total	Pria Male	Wanita Female	Jumlah Total	Pria Male	Wanita Female	Jumlah Total
SMA dan Setara High School and Equivalent	65	2	67	69	2	71	76	2	78
Diploma	110	6	116	112	6	118	119	7	126
Sarjana (S1) Bachelor's Degree (S1)	224	44	268	234	44	278	254	47	301
Pascasarjana (S2) Master's Degree (S2)	68	11	79	68	10	78	65	8	73
Doktoral (S3) Doctorate Degree (S3)	2	0	2	2	0	2	1	0	1
Jumlah Total	469	63	532	485	62	547	515	64	579

Kesimpulan

Kemandirian Nasional juga harus dilakukan untuk sektor energi nasional. Tidak hanya diukur dari sisi penguasaan sumber daya alam (potensi geotermal) tetapi juga dari kemampuan nasional untuk mengelola teknologi dan operasionalnya secara mandiri oleh Tenaga Ahli yang berasal dari dalam negeri. Ketergantungan yang tinggi pada Tenaga Kerja Asing pada posisi kunci operasional (reservoir, pengeboran, hingga sektor Pembangkit) berarti bahwa banyak keputusan strategis dan operasional ini masih rentan terhadap faktor eksternal, seperti ketersediaan Tenaga Kerja Asing, biaya tenaga kerja internasional, dan persyaratan investasi asing. Terdapat hubungan erat antara ketergantungan Tenaga Kerja Asing yang tinggi dengan risiko sosial-politik. Jika sebuah proyek terasa didominasi oleh entitas atau personel asing yang kurang memahami konteks lokal, hal ini dapat memperburuk konflik sosial dan menciptakan ketidakpercayaan (*trust*) dengan komunitas lokal.

Kementerian ESDM dan Asosiasi Panas Bumi Indonesia harus bekerja sama untuk mempublikasikan data rasio Tenaga Kerja Asing dan lokal secara berkala, rinci berdasarkan fase proyek (eksplorasi, pengembangan, operasi) dan jenis keahlian. Transparansi data ini merupakan prasyarat untuk merumuskan kebijakan SDM. Pemerintah dan pengusaha sektor Panas Bumi juga wajib meningkatkan investasi dalam riset geosains dan teknologi mitigasi risiko, terutama di tahap pra- pengeboran serta R&D yang harus dijalankan oleh institusi dan Tenaga lokal untuk mengurangi ketergantungan serta mengembangkan keahlian spesifik dalam negeri.

Kolaborasi antara Kementerian terkait, perguruan tinggi dan Asosiasi Panas Bumi juga harus ditingkatkan untuk mereformasi kurikulum agar selaras dengan standar kompetensi Jabatan Fungsional yang baru. Program pelatihan teknis domestik (misalnya, di bawah Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia ESDM) harus diperluas untuk mencakup keahlian spesifik yang saat ini masih didominasi Tenaga Ahli Asing.

Daftar Pustaka

- [1] Wikipedia kontributor, "Cincin Api Pasifik," Wikipedia, Ensiklopedia Bebas, 27 September 2025. Tersedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Cincin_Api_Pasifik.
- [2] C. Cariaga, "ThinkGeoEnergy's Top 10 Geothermal Countries 2023 – Power Generation Capacity," ThinkGeoEnergy, 8 Jan. 2024. Tersedia:

- [3] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), "Kembangkan Panas Bumi, Indonesia Memerlukan 3.000 Operator Terlatih dan 1.000 Orang Tenaga Ahli," 8 Juni 2012. Tersedia: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/news-archives/kembangkan-panas-bumi-indonesia-memerlukan-3000-operator-terlatih-dan-1000-orang-tenaga-ahli>.
- [4] CEIC Data, "Indonesia Electricity Consumption: Total," (2024). Tersedia: <https://www.ceicdata.com/en/indonesia/electricity-consumption>.
- [5] Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2021 – 2030 PT PLN (Persero)
- [6] UGM News, "Strengthening Human Resources and Technology Key to Advancing Geothermal Power Development," Universitas Gadjah Mada, 15 Sep. 2025. Tersedia: <https://ugm.ac.id/en/news/strengthening-human-resources-and-technology-key-to-advancing-geothermal-power-development/>.
- [7] Umam M.F_Renewable Energy Literacy in Supporting Geothermal Project in Indonesia Where Are We Now?
(<https://pangea.stanford.edu/ERE/db/GeoConf/papers/SGW/2021/Umam.pdf>)
- [8] Annual Report 2021 PT Pertamina Geothermal Energy_Laporan Tahunan
- [9] Affandi G Fajar_Peran Teknologi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Geothermal Guna Mendukung Tercapainya Net Zero Emission (NZE)
(<https://journal.upy.ac.id/index.php/pkn/article/view/3245>)