

Overview dan Analisis Potensi Pemanfaatan Langsung (Direct Use) Panas Bumi pada Wilayah Kerja Panas Bumi Dieng Jawa Tengah

Ramdani Alfian Subekti¹, Udi Harmoko²

¹Magister Energi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro;

²Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro;

Email : ramdanialfiansubekti@students.undip.ac.id (D.S.N), udiharmoko@fisika.fsm.undip.ac.id (U.H);

Abstrak : Indonesia memiliki potensi energi panas bumi terbesar di Indonesia dunia, yang mencakup sekitar 40% dari potensi dunia atau pada 28.617 MW. Sistem energi panas bumi di negara ini adalah umumnya dengan sistem hidrotermal yang bersuhu tinggi yang lebih dari 225°C, dan hanya sedikit sistem hidrotermal yang memilikinya menurunkan suhu sekitar 150°C–225°C. Status potensi dan kapasitas terpasang disajikan pada Meski potensi panas bumi besar di Indonesia, hingga saat ini pemanfaatannya masih belum optimal. Sumber dengan suhu tinggi dapat digunakan untuk pembangkit listrik; namun, pembangkit listrik tenaga panas bumi dengan sistem binary dapat diterapkan pada sumber daya bersuhu sedang. Sumber daya suhu yang lebih rendah juga dapat digunakan untuk memanaskan bangunan, proses industri, greenhouses, hortikultura, akuakultur, pemandian air panas dan lain sebagainya. Dengan adanya manifestasi yang berada di WKP Dieng, sehingga dapat dijadikan bahan penelitian diantaranya : pembuatan water heating untuk pemenuhan homestay, pembuatan pemandian air panas dan lain sebagainya. untuk memulai pemanfaatan langsung (*Direct Use*) dengan memanfaatkan manifestasi air panas yang berada di WKP Dieng.

Kata Kunci : Pemanfaatan, Panas bumi, Kebijakan Energi

1. Pendahuluan

Negara Indonesia terdiri dari lebih dari 17.000 pulau, di mana 922 di antaranya dihuni secara permanen. Terletak di Asia Tenggara, dengan iklim tropis, dan mengandung banyak hutan yang indah serta keanekaragaman tumbuhan dan hewan. Hamparan keindahan ini dapat menyamarkan fakta menakutkan bahwa Indonesia terletak di atas garis seismik “Cincin Api” yang membentang di sekitar Pasifik dari tenggara Australia hingga ke Barat Daya Amerika seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 1. Di sepanjang jalur ini, sering terjadi aktivitas seismik (Nasruddin et al., 2016). Pergeseran lempeng tektonik menjadi pemicu gempa bumi, aktivitas vulkanik, dan potensi bencana alam lainnya. Karenanya gempa bumi sering datang. Begitu magma terbentuk di bawah kerak bumi, ia akan mencari celah untuk naik ke atas karena tekanan yang besar di bawahnya. Dalam waktu lama, proses ini bisa membentuk gunung berapi. Magma juga menjadi sumber panas bagi fluida yang terperangkap jauh di bawah permukaan bumi yang disebut geothermal. Terkadang air panas muncul ke permukaan di mata air panas atau geyser. Bagaimanapun, panas yang terus naik dari magma ke

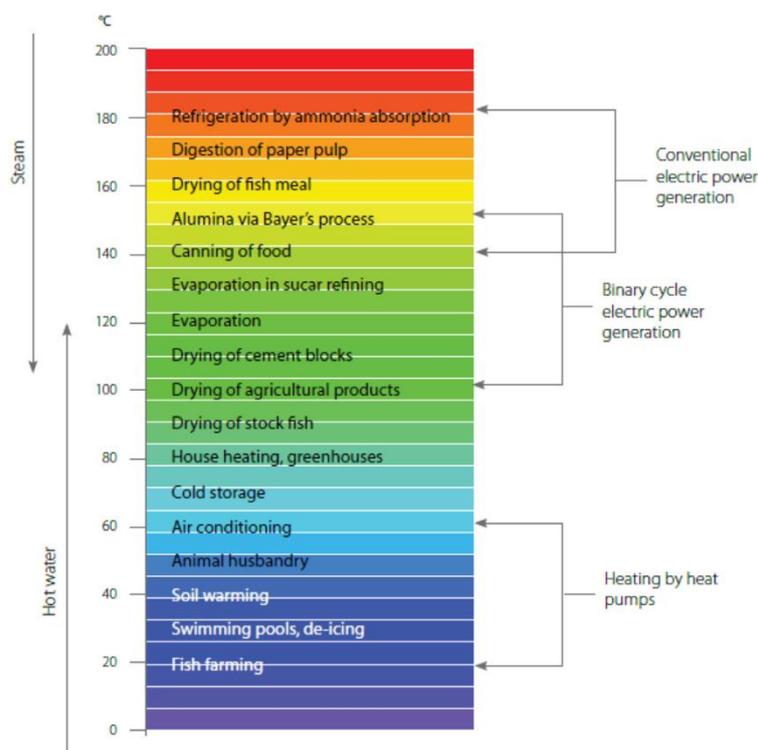
Saat ini 82 negara melaporkan pemanfaatan langsung energi panas bumi dengan perkiraan daya panas terpasang 70,33 GWt secara global, dengan tingkat pertumbuhan 7,7% per tahun dan faktor kapasitas 0,265 menilai energi panas global digunakan, yang mencapai 587.786 TJ / thn (163.287 GWh / thn), tumbuh dengan tingkat gabungan 6,8% per tahun dan mengidentifikasi sembilan kategori pemanfaatan: geothermal heat pumps, space heating, greenhouse heating, aquaculture pond heating, pemandian air panas (Moya, Paredes, et al., 2018). Sumber dengan suhu tinggi dapat digunakan untuk pembangkit listrik; namun, pembangkit listrik tenaga panas bumi dengan sistem binary dapat diterapkan pada sumber daya bersuhu sedang. Sumber daya suhu yang lebih rendah juga dapat digunakan untuk memanaskan bangunan, proses industri, *greenhouses*, hortikultura, akuakultur, pemandian air panas dll. (Zulkarnain et al., 2016)

2. Pemanfaatan Langsung Panas Bumi (*Direct Use Technology*)

Berdasarkan temperatur fluida, entalpi energi panas bumi dapat diklasifikasikan rendah, sedang dan tinggi menggunakan dua variabel untuk menentukan keadaan termodinamika airnya. Klasifikasi berdasarkan karakteristik reservoir untuk menentukan kategori panas bumi dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1.
 Karakteristik Reservoir pada Kategori Panas Bumi

Category	Temperature (T)	Production Enthalpy (h)
Hot – Water	$T < 220^{\circ}\text{C}$	$h < 943 \text{ kJ/kg}$
Two-Phase, Liquid-Dominated	Low-Enthalpy	$220^{\circ}\text{C} < T < 250^{\circ}\text{C}$
	Medium Enthalpy	$250^{\circ}\text{C} < T < 300^{\circ}\text{C}$
	High Enthalpy	$250^{\circ}\text{C} < T < 330^{\circ}\text{C}$
Two-Phase, Vapor-Dominated	$250^{\circ}\text{C} < T < 330^{\circ}\text{C}$	$2.600 \text{ kJ/kg} < h < 2.800 \text{ kJ/kg}$



Gambar 3. Diagram Lindal Pemanfaatan Langsung Panas Bumi (Moya, et al., 2018)

3. Kategori Pemanfaatan Langsung (*Direct Use*) Panas Bumi

Pada tabel 3 dan tabel 4 menjelaskan data dari 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 dan 2020 di antara berbagai penggunaan dalam hal kapasitas (MWt) dan pemanfaatan energi (TJ/tahun)

Tabel 3.

Rangkuman MWt untuk Berbagai Kategori Pemanfaatan Langsung Selama Periode 1995 – 2020

<i>Utilization</i>	<i>Capacity MWt</i>					
	2020	2015	2010	2005	2000	1995
<i>Geothermal Heat Pumps</i>	77.547	50.258	33.134	15.384	5.275	1.854
<i>Space Heating</i>	12.768	7.602	5.394	4.366	3.263	2.579
<i>Greenhouse Heating</i>	2.459	1.972	1.544	1.404	1.246	1.085
<i>Aquacultural Pond Heating</i>	950	696	653	616	605	1.097
<i>Agricultural Drying</i>	257	161	125	157	74	67
<i>Industrial Uses</i>	852	614	533	484	474	544
<i>Bathing and Swimming</i>	12.253	9.143	6.700	5.401	3.957	1.085
<i>Cooling/Snow Melting</i>	435	360	368	371	114	115
<i>Other</i>	106	79	42	86	137	238
Total	107.627	70.885	48.493	28.269	15.145	8.664
<i>Increase Percentage in 5 Years</i>	51,8%	46,2%	71,5%	86,7%	74,8%	

Tabel 4.

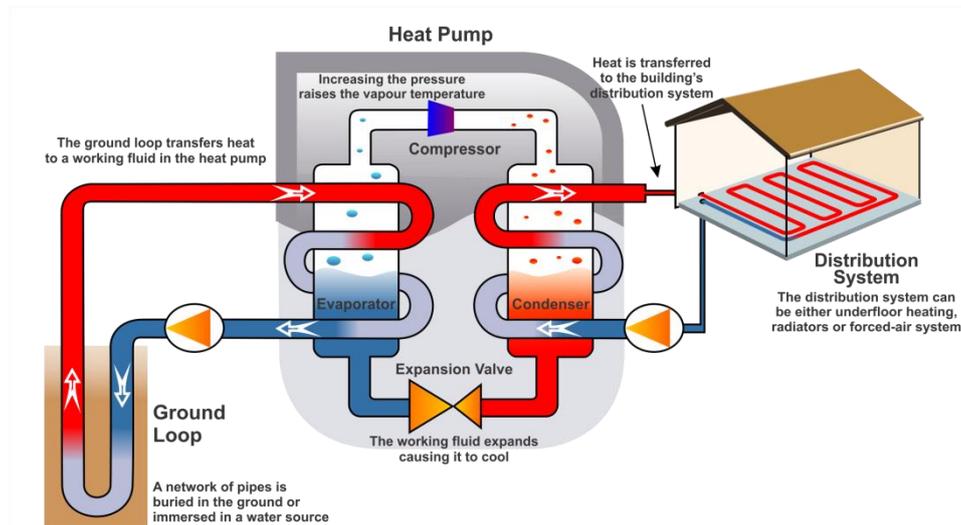
Rangkuman TJ/Tahun Untuk Berbagai Kategori Penggunaan Langsung Periode 1995 – 2020

<i>Utilization</i>	<i>Utilization TJ/Year</i>					
	2020	2015	2010	2005	2000	1995
<i>Geothermal Heat Pumps</i>	599.981	326.848	200.149	87.503	23.275	14.617
<i>Space Heating</i>	162.979	88.668	63.025	55.256	42.926	38.230
<i>Greenhouse Heating</i>	35.826	29.038	23.264	20.661	17.864	15.742
<i>Aquacultural Pond Heating</i>	13.573	11.953	11.521	10.976	11.733	13.493
<i>Agricultural Drying</i>	3.529	2.030	1.635	2.013	1.038	1.124
<i>Industrial Uses</i>	16.390	10.454	11.745	10.868	10.220	10.120
<i>Bathing and Swimming</i>	184.070	119.611	109.410	23.018	79.546	15.742
<i>Cooling/Snow Melting</i>	2.589	2.596	2.126	2.032	1.063	1.124
<i>Other</i>	1.950	1.440	955	1.045	3.034	2.249
Total	1.020.887	592.638	423.830	273.372	190.699	112.441
<i>Increase Percentage in 5 Years</i>	72,3%	39,8%	55,0%	43,4%	69,6%	

3.1. Geothermal Heat Pump

Geothermal heat pump memiliki penggunaan panas bumi terbesar di dunia, terhitung 71,6% dari kapasitas terpasang dan 59,2% dari penggunaan energi tahunan. Kapasitas terpasang 77.547 MWt dan penggunaan energinya adalah 599.981 TJ/tahun, dengan faktor kapasitas sebesar 0,245 dalam mode pemanasan. Meskipun sebagian besar instalasi terjadi di Amerika Utara, Eropa dan Cina, jumlah negara dengan instalasi meningkat dari 26 pada tahun 2000, menjadi 33 pada tahun 2005, menjadi 43 pada tahun 2010, menjadi 48 pada 2015 dan 54 pada 2020. Jumlah yang setara dipasang 12 Unit kW (khas rumah Amerika Serikat dan Eropa Barat) kira-kira 6,46 juta. Ini merupakan peningkatan 54%

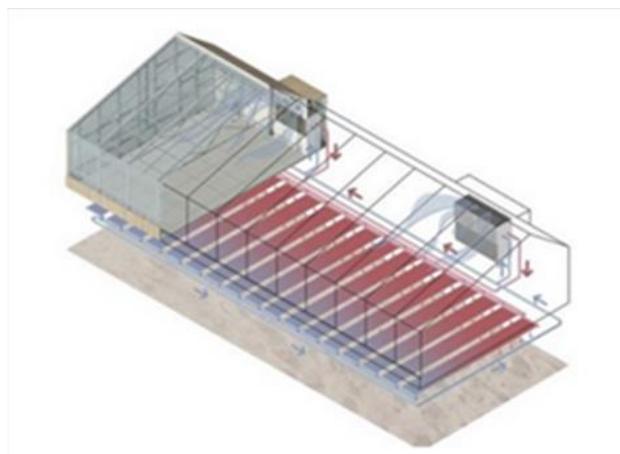
dari jumlah unit terpasang yang dilaporkan pada tahun 2015, dan lebih dari dua kali jumlah unit yang dilaporkan pada tahun 2010. Namun, ukuran unit individual berkisar dari 5,5 kW untuk penggunaan residensial hingga unit besar di atas 150 kW untuk komersial dan instalasi untuk kelembagaan pemerintah (Moya, Aldás, et al., 2018).



Gambar 4. *Geothermal Heat Pump*
(Geothermal Heat Pump Association of New Zealand)

3.2. *Greenhouses dan Covered Ground Heating*

Heating meningkat sebesar 24% pada kapasitas terpasang dan 23% pada kapasitas terpasang penggunaan energi tahunan. Kapasitas terpasang 2459 MWt dan 35.826 TJ/tahun dalam penggunaan energi (Moya, Paredes, et al., 2018). Sebanyak 32 negara melaporkan *geothermal greenhouse heating* dengan negara – negara terkemuka masuk dalam penggunaan energi tahunan (TJ/tahun) seperti Turki, Cina, Belanda, Rusia dan Hongaria, menyumbang sekitar 83% dari total dunia. Tanaman yang ditanam green house adalah sayuran dan bunga; Namun, bibit pohon, kaktus dan ikan di kolam, bersama dengan buah-buahan seperti pisang. Berdasarkan data WGC2000 pemanfaatan Greenhouses dan covered ground heating meningkat diangka 23,4% sejak tahun 2015 (Sandali et al., 2019).



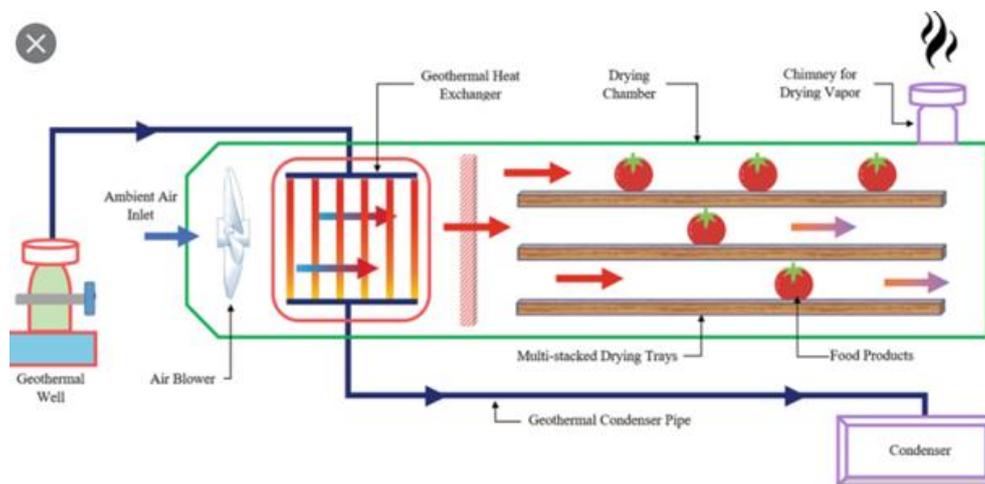
Gambar 5. *Greenhouses dan Covered Ground Heating*

3.3. Aquaculture Pond dan Raceway Heating

Pemanfaatan langsung panas bumi untuk budidaya telah meningkat selama WGC2015, sebesar 36,5% peningkatan kapasitas terpasang dan 13,5% peningkatan penggunaan energi tahunan. Kapasitas terpasang 950 MWt dan penggunaan energi 13.573 TJ/tahun. Dua puluh satu negara melaporkan jenis penggunaan ini, yang utama dalam hal penggunaan energi tahunan adalah Cina, Amerika Serikat, Islandia, Italia, dan Israel. Negara yang sama yang dilaporkan dalam WGC2015, terhitung 92% dari penggunaan tahunan. Berdasarkan penelitian di Amerika Serikat, diperkirakan bahwa 0,242 TJ / tahun / ton ikan dibutuhkan dengan menggunakan air panas bumi di kolam yang tidak tertutup. Dengan demikian, penggunaan energi dilaporkan sebesar 13.573 TJ / thn. mewakili perkiraan setara dengan 56.087 ton produksi tahunan, mewakili peningkatan 13,5% selama 2015. Perlu dicatat bahwa jika ikan dibesarkan di kolam tertutup, misalnya dengan rumah kaca, kebutuhan energinya akan menjadi sekitar setengahnya. Namun, sangat sedikit kolam tertutup yang diketahui digunakan (Sezar 2017).

3.4. Agricultural Crop Drying

Lima belas negara melaporkan penggunaan energi panas bumi untuk mengeringkan berbagai biji-bijian, sayuran dan tanaman buah – buahan, jumlah yang sama seperti pada tahun 2015. Contohnya meliputi: rumput laut (Islandia), bawang (AS), gandum dan sereal (Serbia), buah – buahan (El Salvador, Guatemala dan Meksiko), lucerne atau alfalfa (Selandia Baru), daging kelapa (Filipina), dan kayu (Meksiko, Selandia Baru, dan Rumania). Pengguna terbesar adalah China, Prancis, Hongaria, Amerika Serikat, dan Jepang, yang merupakan 94% penggunaan di dunia. Total 257 MWt dan 3.529 TJ/tahun digunakan, meningkat 59,6% dan 73,8%(An et al., 2016).

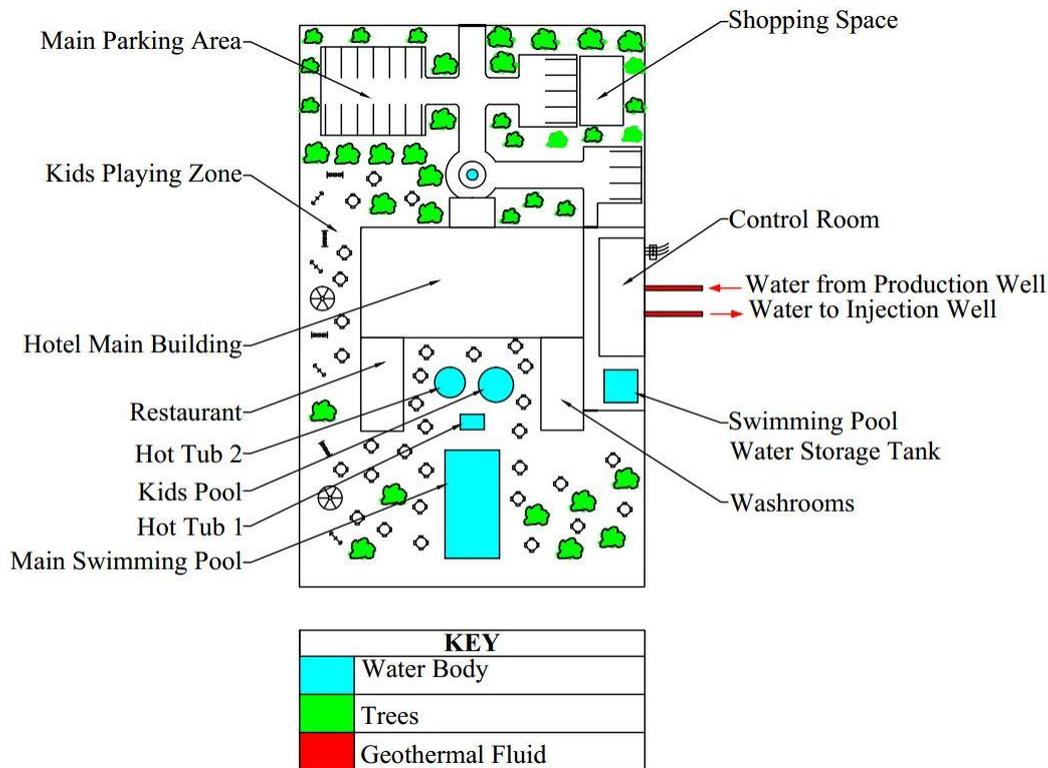


Gambar 7. Pemanfaatan Langsung Untuk Pertanian

3.5. Pemandian Air Panas

Hampir seluruh negara di dunia telah menerapkan pemanfaatan langsung untuk pemandian air panas, dengan Total kapasitas terpasang adalah 12.253 MWt dan penggunaan energinya 184.070 TJ / tahun, masing-masing naik 35,1% dan 53,9% selama tahun 2015. Kami juga telah memasukkan onsen (kolam air panas) di penginapan bergaya Jepang yang memanfaatkan air panas untuk mandi, karena kami memasukkan angka – angka ini dalam laporan WGC sebelumnya. Penggunaan energi tahunan

terbesar yang dilaporkan untuk pemandian air panas sebagai daya Tarik masyarakat berasal dari Cina, Jepang, Turki, Brasil, dan Meksiko, terhitung 79,5% dari penggunaan tahunan (Andritsos et al. 2010).



Gambar 7. *Swimming Pool Design* (Sezar 2017)

4. Pemanfaatan Langsung (*Direct Use*) Panas Bumi di Wilayah Dieng

Dieng merupakan dataran tinggi yang berada di ketinggian antara 1.942 mdpl – 2.121 mdpl di Kabupaten Wonosobo dan Kabupaten Banjarnegara Jawa Tengah yang memiliki potensi lapangan panas bumi sebesar 280 MW.

4.1. Manifestasi Potensi Pemanfaatan Langsung (*Direct Use*) WKP Dieng

Berdasarkan penelitian yang dilakukan menjelaskan beberapa wilayah di area Dieng memiliki manifestasi potensi pemanfaatan langsung (*direct user*) antara lain Kawah Sikidang yang memiliki temperature sekitar 90°C dengan pH 2 – 3, Kawah Sileri dengan temperature 80°C dengan pH 6, Sumber mata air Siglagah dengan temperature 70°C dengan pH 6 – 7, Sumber mata air Sipandu dengan temperature 80°C dengan pH 6 – 7, Sumber mata air Bitingan dengan temperature 65°C dengan pH 6 – 7. Industri carica merupakan industri yang mendominasi di wilayah dieng dengan produksi dalam setahun mencapai 300 ton/tahun. Selain itu pengeringan kentang sebagai salah satu proses makanan di Dieng dengan menghabiskan rata-rata 9.600 kg/bulan, dan persewaan *homestay*.

4.2. Sasaran Pemanfaatan Langsung (*Direct Use*) Panas Bumi Dieng.

Dengan adanya manifestasi yang ada di Dieng, sehingga dapat dijadikan bahan penelitian diantaranya : pembuatan *water heating* untuk pemenuhan *homestay*, pembuatan pemandian air panas dan lain sebagainya. untuk memulai pemanfaatan langsung (*Direct Use*) seperti di negara – negara maju yang telah memulainya sejak lama sehingga dapat menjadikan sumber energi berkelanjutan di Indonesia (Control, 2020).

5. Kesimpulan

Pemanfaatan langsung (*Direct Use*) panas bumi telah diterapkan di beberapa negara dengan dengan peningkatan pertumbuhan 7,7% per tahun. Kategori pemanfaatan diantaranya: *geothermal heat pumps, space heating, greenhouse heating, aquaculture pond heating*, pemandian air panas. Indonesia memiliki potensi energi panas bumi terbesar di Indonesia dunia, yang mencakup sekitar 40% dari potensi dunia atau pada 28.617 MW dan pemanfaatan langsung masih minim dilakukan, paper ini harapannya dapat menjadi dasar penelitian kajian terkait pemanfaatan langsung (*direct use*) terutama di wilayah kerja panas bumi dieng yang sudah dilakukan kajian dengan manifestasi antara lain Kawah Sikidang yang memiliki temperature sekitar 90°C dengan pH 2 – 3, Kawah Sileri dengan temperature 80°C dengan pH 6, Sumber mata air Siglagah dengan temperature 70°C dengan pH 6 – 7, Sumber mata air Sipandu dengan temperature 80°C dengan pH 6 – 7, Sumber mata air Bitingan dengan temperature 65°C dengan pH 6 – 7. progres paling rendah jika dibandingkan dengan provinsi lain yakni sebesar 2,64 MW dari perencanaan 128,4 MW. Studi lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui potensi – potensi dan pengembangan teknologi pemanfaatan langsung (*direct use*) panas bumi di WKP Dieng

Daftar Pustaka

- An, Q., Wang, Y., Zhao, J., Luo, C., & Wang, Y. (2016). Direct utilization status and power generation potential of low-medium temperature hydrothermal geothermal resources in Tianjin, China: A review. *Geothermics*, 64, 426–438. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2016.06.005>
- Control, C. (2020). Geothermal Direct Use in Dieng , Indonesia Presented by Nursanty Banjarnahor Project and Cost Control , Project Management Unit (PMU) Asia Clean Energy Forum 2020.
- Lund, J. W., & Toth, A. N. (2020). Direct utilization of geothermal energy 2020 worldwide review. *Geothermics*, July, 101915. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2020.101915>
- Moya, D., Aldás, C., & Kaparaju, P. (2018). Geothermal energy: Power plant technology and direct heat applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94(April 2017), 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.047>
- Moya, D., Paredes, J., & Kaparaju, P. (2018). Method for the technical, financial, economic and environmental pre-feasibility study of geothermal power plants by RETScreen – Ecuador’s case study. *MethodsX*, 5, 524–531. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2018.05.010>
- Nasruddin, Idrus Alhamid, M., Daud, Y., Surachman, A., Sugiyono, A., Aditya, H. B., & Mahlia, T. M. I. (2016). Potential of geothermal energy for electricity generation in Indonesia: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53(2016), 733–740. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.032>
- New Zealand Geothermal Association. <https://nzgeothermal.org.nz/>

Pambudi, N. A. (2018). Geothermal power generation in Indonesia, a country within the ring of fire: Current status, future development and policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(March 2017), 2893–2901. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.096>

Sandali, M., Boubekri, A., Mennouche, D., & Gherraf, N. (2019). Improvement of a direct solar dryer performance using a geothermal water heat exchanger as supplementary energetic supply. An experimental investigation and simulation study. *Renewable Energy*, 135, 186–196. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.11.086>

Sazer, H. A., (2017). Pre-Feasibility Study of Geothermal Direct Use Recreational Centre: A Case Study of Songwe Prospect in Tanzania, Tanzania Geothermal Development Company, United Nations University.

Widyaningsih, G. A. (2017). Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 4(1), 139. <https://doi.org/10.38011/jhli.v4i1.53>

Zulkarnain, I., Furqan, T., & Kartadjoemena, J. (2016). Geothermal Multiplier Benefits for Triggering Local Economic Growth. 101.