

## Model Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) untuk Industri Pariwisata di Daerah Lereng Gunung Ungaran Jawa Tengah

<sup>1)</sup>\*Rena Juwitasari, <sup>2)</sup>Heribertus Sukarjo, <sup>3)</sup>Hari Setiadi

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45

Jalan Proklamasi No.1 Babarsari, Yogyakarta, Indonesia

Email: \*renajuwitasari21@gmail.com

Diterima: 01.03.2023, Disetujui: 06.04.2024, Diterbitkan: 28.04.2024

### Abstrak

Gunung Ungaran yang terletak di propinsi Jawa Tengah merupakan tempat wisata alam yang sebagian besar berupa sumber mata air panas. Ada 5 tempat wisata alam yang berada disekitar Gunung Ungaran, seperti mata air panas Candi Gedongsongo, mata air panas Umbul Sidomukti, mata air panas Nglimut, mata air panas Kendalisodo dan mata air panas Diwak. Keberadaan sumber mata air panas dan fumarol merupakan kriteria manifestasi panas bumi yang dapat dimanfaatkan sebagai energi panas bumi. Suhu reservoir yang mencapai  $>225^{\circ}\text{C}$  dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Untuk mengurangi beban pemerintah terhadap pasokan listrik tenaga batu bara serta meningkatkan kemandirian sektor energi untuk industri, maka keberadaan sumber energi listrik ini dapat dimanfaatkan lebih luas untuk menunjang kegiatan industri, khususnya industri wisata daerah sekitar lereng Gunung Ungaran. Hasil analisa menunjukkan bahwa dari 5 sumber mata air panas yang ada disekitar Gunung Ungaran, sumber mata panas bumi Gedongsongo layak dijadikan sebagai energi alternatif pengganti PLTB. Pembangkit listrik panas bumi Gedongsongo mampu menghasilkan energi panas skala piko (5kWe-10 kWe) yang dapat menjangkau ke 5 daerah wisata disekitar lereng gunung Ungaran.

**Kata kunci:** gunung Ungaran, energi panas bumi, industri wisata, mata air panas.

### Abstrack

*Mount Ungaran which is located in Central Java province potential for utilization of geothermal energy. Seen the discovery several geothermal manifestations example fumarole and hot springs. The temperature of the reservoir reached  $> 225^{\circ}\text{C}$  allows to do utilization of electrical energy around the area. In addition to its geothermal energy area around Mount Ungaran is the natural tourism potential, there are five object tourism around Mount Ungaran namely hot springs consist of Temple Gedongsongo, Nglimut, Umbul Sidomukti, Kendalisodo and Diwak . To reduce the burden of the Government against a coal-fired power supply as well as increase the independence of the energy sector for the industry, then the existence of this energy source can be utilized more broadly to support the activities of the industry, in particular the tourist industry that area around the slopes of Mount Ungaran. The results of the analysis showed that geothermal Gedongsongo worth in substitution of the Power of Plant coal. Geothermal power plant scale pico (5kWe - 10 kWe) can be utilized in geothermal field Gedongsongo and can reach out to the surrounding area five object tourism slopes of Mount Ungaran.*

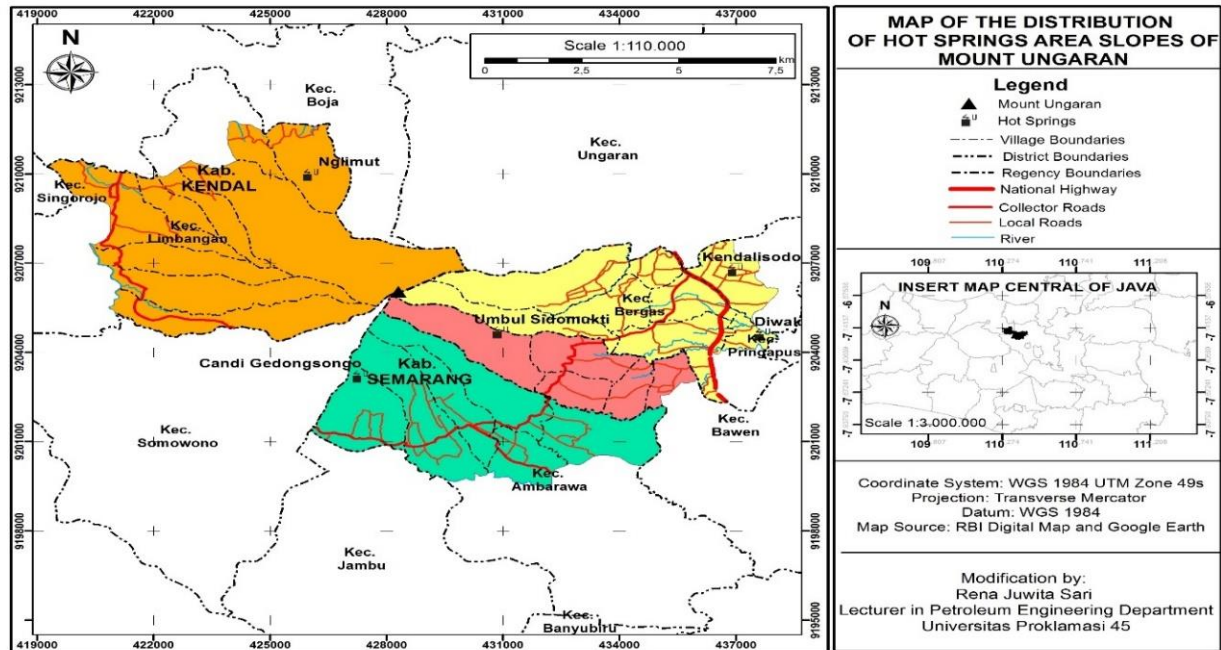
**Keywords:** mount Ungaran, geothermal energy, tourism industry, hot springs

## I Pendahuluan

Secara umum pembangkit listrik tenaga panas bumi di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya, contohnya Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) Kamojang sebesar 93% dan Drajat sebesar 93% [1] dan [2]. Sedangkan berdasarkan data-data eksplorasi panas bumi di Jawa rata-rata daya terpasang sebesar 6.131 MW [3]. Secara global, beberapa

riset PLTPB skala piko dapat menggunakan beberapa jenis turbin diantaranya [4]. Untuk mengurangi beban pemerintah terhadap pasokan listrik tenaga batu bara serta meningkatkan kemandirian sektor energi untuk industri. Tempat wisata yang berada disekitar Gunung Ungaran diantaranya mata air panas Candi Gedongsongo,

Nglimut, Umbul Sidomukti, Kendalisodo dan Diwak (Gambar 1).



Gambar 1. Peta topografi sebaran mata air panas lereng Gunung Ungaran

## II Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini digunakan metode geofisika yaitu metode magnetik untuk menentukan ada atau tidaknya sumber panas bumi serta kedalaman reservoir. Alat metode magnetik yang digunakan adalah PPM tipe GEM GSM-19T dan tipe Geometrics G-856 (Gambar 2). Sedangkan pengolahan data magnetik menggunakan *Software Geosoft*.

Penentuan potensi listrik digunakan analisis geokimia. Analisis gas dan kimia air yang

di uji adalah sampel yang ada pada permukaan panas bumi meliputi kandungan  $\text{SiO}_2$ , Ph, Na, B, K, Li,  $\text{SO}_4$ , Mg,  $\text{H}_2\text{S}$ , Cl, Ca, dan  $\text{CO}_2$ .

Selanjutnya dilakukan pemetaan daerah wisata mata air panas disekitar lereng gunung Ungaran. Pemetaan ini dimaksudkan untuk penetapan Model Pengembangan Energi Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) daerah wisata mata air panas yang berasal dari mata air panas Gedongsongo.



Gambar 2. PPM (Proton Precession Magnetometer) (a) tipe Geometrics G-856, (b) tipe GEM GSM-19T.

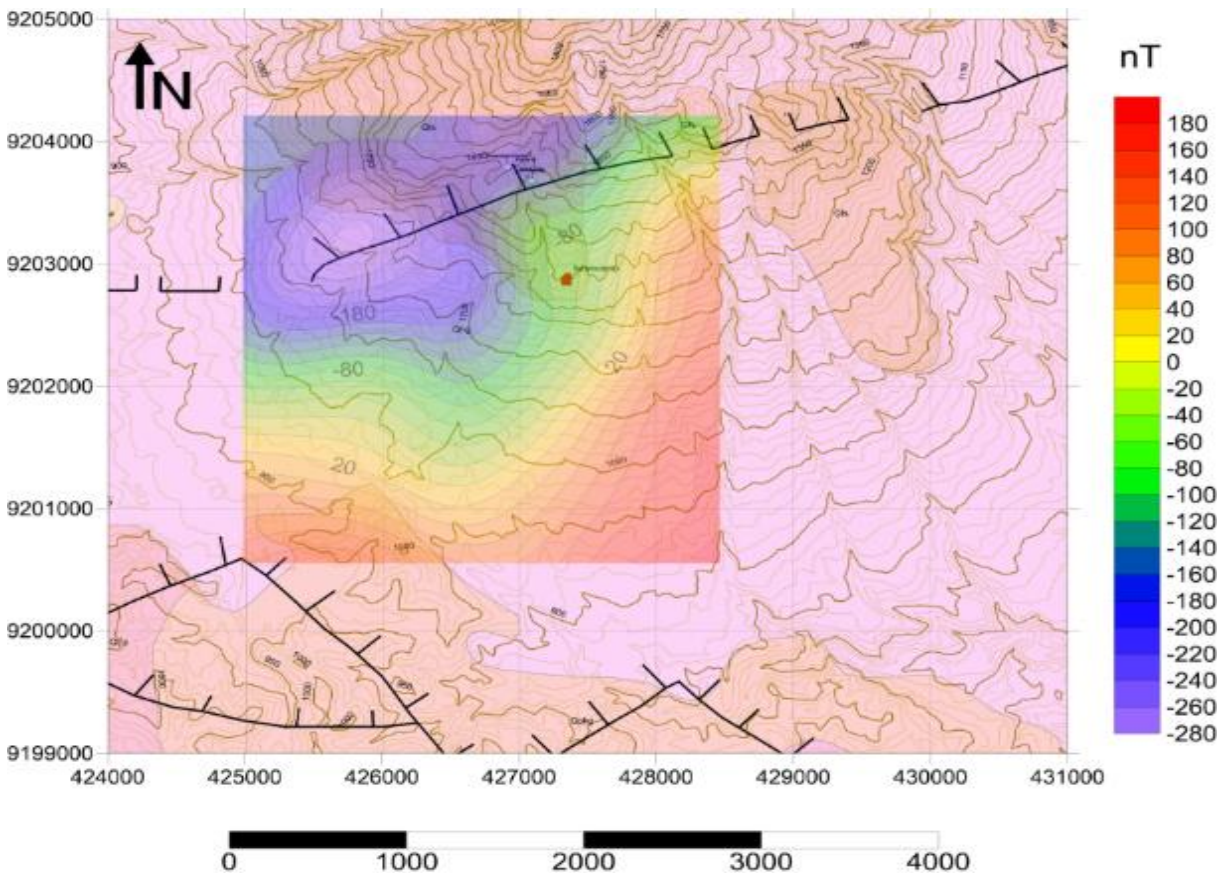
### III Hasil dan Pembahasan

#### a. Penentuan kedalaman reservoir

Dari data magnetik dihasilkan anomali medan magnet kontinuasi ke atas pada ketinggian 2200 meter diatas *Mean Sea Level* (MSL). Nilai ini diperoleh setelah anomali medan magnet total di topografi dilakukan proyeksi arah bidang datar dan reduksi ke kutub untuk memudahkan dalam intepretasi data. Anomali medan magnet ini memiliki nilai anomali tinggi berkisar 180 nT dan dan anomali rendah -280 nT. Ini menunjukkan bahwa anomali rendah mengindikasikan sebaran titik semburan panas. Peta *overlay* anomali medan magnet dan peta geologi, memperlihatkan dua blok yaitu blok turun dan blok naik serta perkiraan sesar pada peta geologi (Gambar 3). Pada bagian ini nantinya akan diintepretasi dan dilakukan pemodelan. Hasil pemodelan yang didapat dari sayatan (sayatan tegak lurus arah strike) pada peta anomali medan magnet

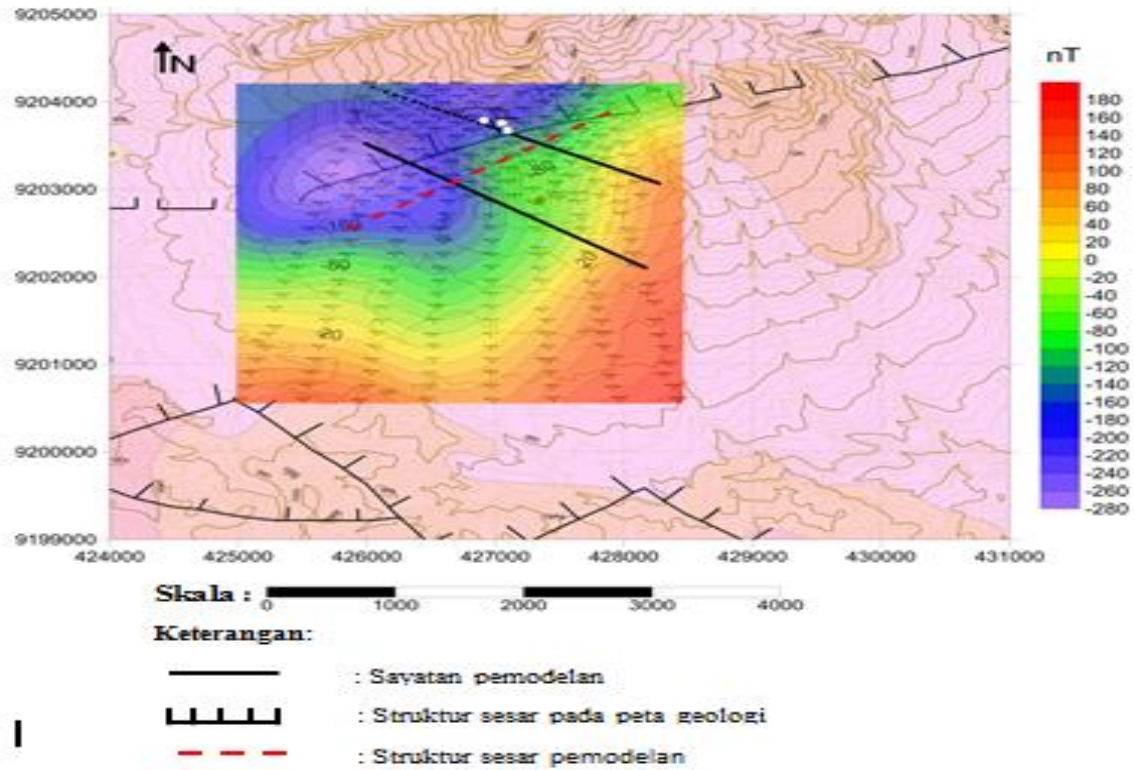
menunjukkan bahwa struktur pengontrol panas bumi Gunung Ungaran dan diperkirakan juga sebagai reservoir panas bumi Gunung Ungaran berada pada kedalaman 1050-1100 meter (Gambar 4).

Dari hasil penggabungan sayatan AA' dan BB' strike sesar pada model berarah pada N225°E dan strike sesar pada peta geologi pada arah N200°E terlihat sesar model berada disebelah selatan perkiraan sesar pada peta geologi dan terletak disebelah selatan daerah manifestasi Gedongsongo. Pergeseran strike sesar pada model dan strike sesar pada peta geologi ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6. Dan kawasan vulkanik Ungaran tersusun oleh lava andesitik, lava perlitik, dan breksi vulkanik yang berasal dari tahapan pasca kaldera Ungaran [5].

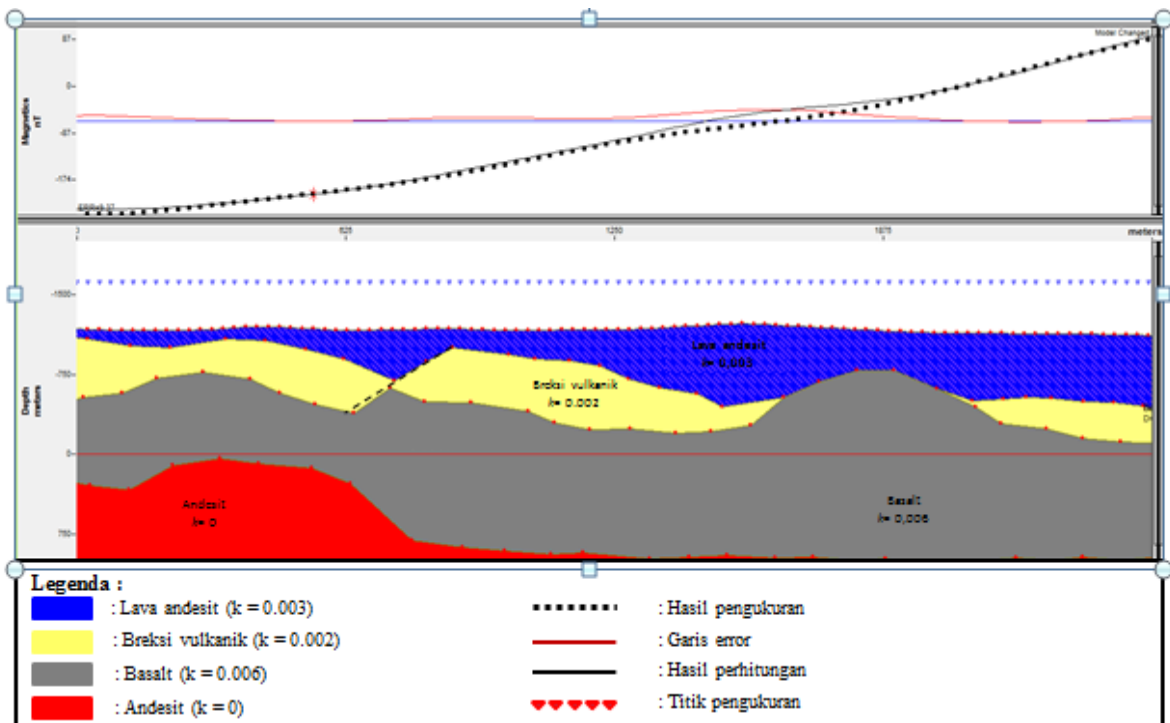


Gambar 3. Peta overlay anomali medan magnet kontinuasi ke atas pada ketinggian 2200 meter diatas MSL dan geologi Gunung Ungaran

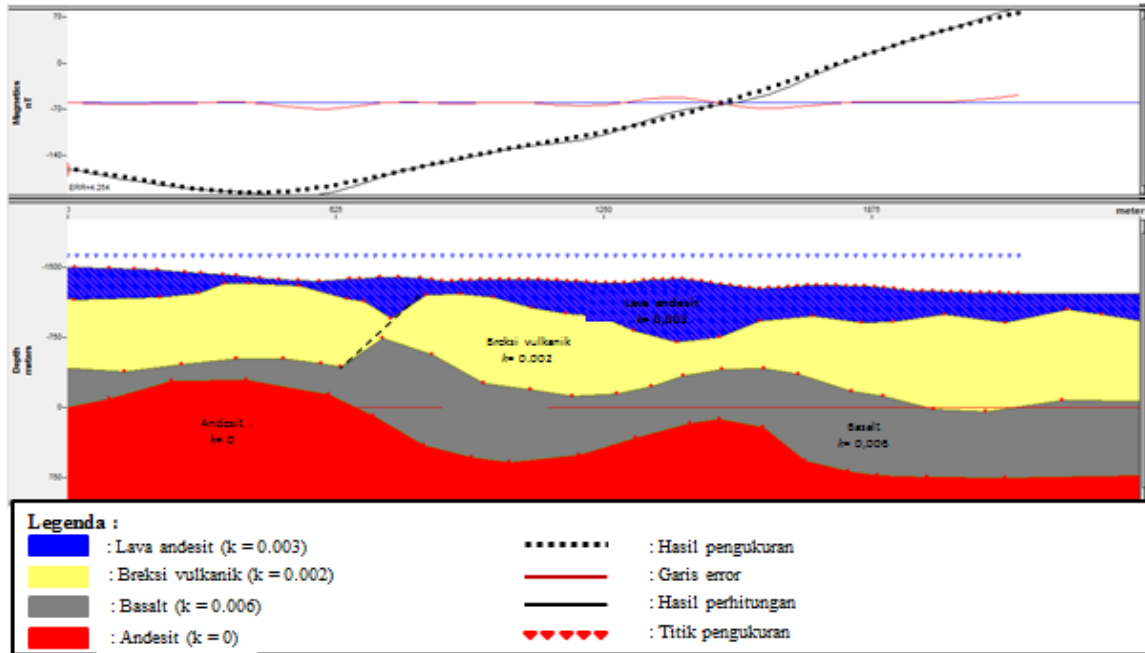




Gambar 4. Hasil pemodelan pergeseran arah sesar model terhadap arah sesar pada peta geologi



Gambar 5. Hasil Pemodelan pada penampang lintang sayatan AA'



Gambar 6. Hasil pemodelan pada penampang lintang sayatan BB'

**b. Penentuan Potensi Electrical**

Untuk menginterpretasikan suhu reservoir dapat dilakukan menggunakan geothermometri gas dari D'Amore & Panichi (1980). Hasil pengukuran menunjukkan suhu reservoir panas bumi Gedongsongo mencapai 230°C [6].

Temperatur suhu panas bumi Gedongsongo yang diperkirakan sebesar 230 °C, maka dapat diklasifikasikan sebagai reservoir

dengan temperatur tinggi (Tabel 1). Bisa dikatakan panas bumi Gedongsongo sangat layak untuk dikembangkan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB), terutama untuk skala piko sebagai pengganti listrik tenaga batubara (PLTB) untuk menjangkau beberapa daerah wisata disekitar Gunung Ungaran. Hal ini didukung dengan perkiraan luasan reservoir panas bumi Gedongsongo adalah 2 km<sup>2</sup>.

Tabel 1. Klasifikasi reservoir dan estimasi potensi energi panas bumi

Reservoir	Batas Temperatur (°C)	Temp Akhir /Cut off (°C)	Daya per satuan luas (MWe/km <sup>2</sup> )	Konversi Energi (%)	Lain-lain
Temperatur rendah	< 125	90	10	10	Φ = 10%
Temperatur sedang	125 – 225	120	12,5	10	t = 30 th
Temperatur tinggi	> 225	180	15	15	S <sub>L</sub> = 100%

Sumber: SNI 13-6171-1999 (Metode Estimasi Potensi Energi Panas Bumi)[7]

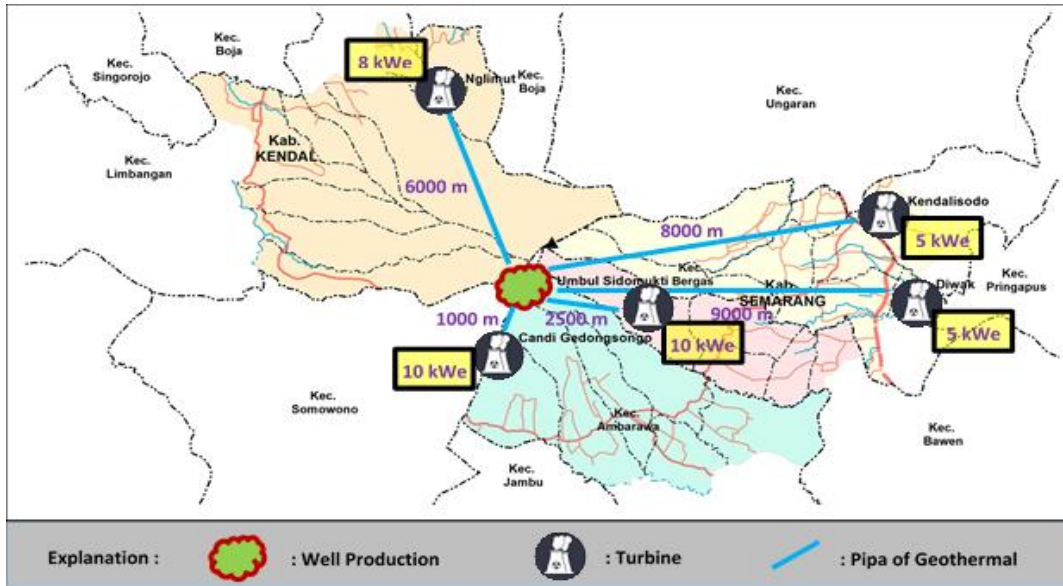
**c. Model Pengembangan PLTB skala kecil dari sumber air panas Gedongsongo untuk area wisata.**

Panas bumi Gedongsongo yang ada di lereng Gunung Ungaran menyimpan potensi energi panas bumi yang besar dan layak

dikembangkan sebagai pembangkit listrik. Selain energi panas bumi, daerah sekitar lereng Gunung Ungaran merupakan daerah potensi wisata alam. Ada 5 tempat wisata air panas yang meliputi mata air panas Candi Gedongsongo, Nglimut, Umbul Sidomukti, Kendalisodo dan Diwak. Pada

gambar 7, memperlihatkan peta persebaran mata air panas sekitar Gunung Ungaran. Adanya potensi energi panas bumi Gunung Ungaran yang dapat dimanfaatkan di daerah sekitar khususnya daerah

wisata mata air panas. Selain untuk menghemat pasokan listrik PLN, energi panas bumi merupakan salah satu energi yang ramah lingkungan.



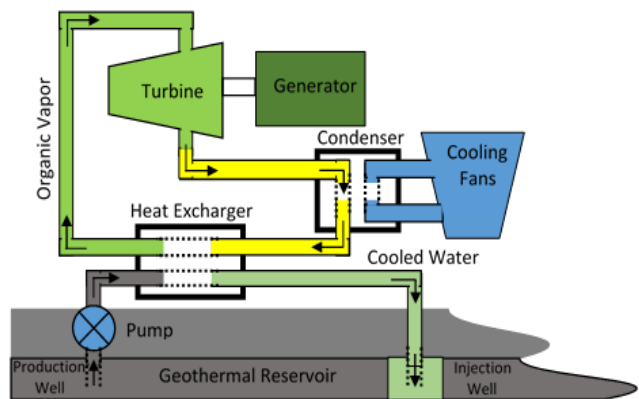
Gambar 7. Peta persebaran panas bumi dan model pengembangan PLTPB untuk industri wisata lereng Gunung Ungaran.

Adapun pengembangan energi panas bumi menjadi energi listrik agar mampu dimanfaatkan pada beberapa daerah wisata mata air panas, maka diperlukan model pengembangan panas bumi skala industri wisata (Gambar 7). Berikut ini adalah prosedur pengembangan panas bumi menjadi energi listrik:

- Langkah pertama** adalah menentukan jarak antara sumber panas bumi dengan 5 daerah wisata mata air panas tersebut. Dari hasil perhitungan diperkirakan jarak antara sumber panas bumi dengan mata air panas Gedongsongo adalah 1000 meter, mata air panas Umbul Sidomukti adalah 2500 meter, mata air panas Nglimut 6000 meter, mata air panas Kendalisodo 8000 meter dan mata air panas Diwak 9000 meter.
- Langkah kedua** adalah hasil geothermometri gas Gunung Ungaran menunjukkan suhu reservoir sebesar 230 °C dan dihasilkan nilai daya per satuan luas diperkirakan sebesar 15 MWe/km<sup>2</sup>. Dengan ketentuan faktor konversi energi panas ke energi listrik sebesar 15%, dihasilkan besar daya listrik per satuan luas

adalah 2,25 MWe/km<sup>2</sup>. Sedangkan luas daerah prospek panas bumi Gunung Ungaran diperkirakan sebesar 5 km<sup>2</sup>, maka daya listrik yang dapat dimanfaatkan sebesar 11,25 MWe. Rencana pembangunan PLTPB Gunung Ungaran dirancang dengan menggunakan sistem *binary cycle* [8] (Gambar 8).

c).



Gambar 8. Model Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB) skala piko (10 kWe) yang telah running di lapangan panas bumi Cibuni Bandung [8]

Adapun contoh pembangkit listrik tenaga panas bumi skala piko (10 kWe) sudah terpasang di lapangan panas bumi Cibuni, Bandung, seperti terlihat pada Gambar 8. Di lapangan panas bumi Cibuni juga ada pembangkit listrik panas bumi (PLTPB) skala piko yang menggunakan tekanan uap hanya diatas 2 bar, dan mampu menghasilkan 5 kWe. Turbin yang digunakan adalah Turbin Hero, buatan Pabrikasi di Bandung.

#### IV Kesimpulan

1. Berdasarkan pengukuran Geokimia mengenai temperatur suhu reservoir panas bumi diperoleh suhu 230°C, dimana lereng Gunung Ungaran berpotensi untuk pengembangan pariwisata dan energi listrik.
2. Daya listrik yang dihasilkan berdasarkan temperature suhu reservoir 230°C adalah 9 MWe.

#### Daftar Pustaka

[1] A Jaelani, S. Firdaus, Juju Jumena, "Renewable Energy Policy in Indonesia: The Qur'anic Scientific Signals in Islamic Economics Perspective," Faculty of Shariah and Islamic Economic, IAIN Syekh Nurjati Cirebon, Faculty of Shariah and Islamic Economic, IAIN Syekh Nurjati Cirebon, 2017.

[2] P. Suharmantoa, A. N. Fitria and S. Ghaliyah, "Indonesian Geothermal Energy Potential As Source Of Alternative Energy Power Plant," ISSN 2413-5453 Volume 1 (2015) 119-124 Renewable Energy And Energy Conversion

Conference And Exhibition (The 2nd Indo EBTKE-CONEX 2013).

[3] M. E. Wijaya and B. Limmeechokchai, "Optimization of Indonesian Geothermal Energy Resources for Future Clean Electricity Supply: A Case of Java-Madura-Bali System,"

[5] A. Setyawan, S. Ehara, Y. Fujimitsu and J. Nishijima, "An Estimate of the Resources Potential of Ungaran Geothermal Prospect for Indonesia Power Generation," Proceedings World Geothermal Congress 2010 Bali, Indonesia.

[6] C. W. Karingithi, "Chemical Geothermometers For Geothermal Exploration," Resented At Short Course Ix On Exploration For Geothermal Resources, Organized By Unu-Gtp, Gdc And Kengen, At Lake B Ogoria And Lake Naivasha, Kenya, Nov. 2-23, 2014.

[7] SNI, 1999, *Metode Estimasi Potensi Energi Panas Bumi*, Dirjen Geologi dan Sumber Daya Mineral, SNI 13-6171-1999

[8] B.A. Goldstein, G. Hiriart, J. Tester, B. Bertani, R. Bromley, L.C.J Gutierrez-Negrin, E. Huenges, H. Ragnarsson, A. Mongillo, M.A. Muraoka, And V. I. Zui, "Great Expectations For Geothermal Energy To 2100," Proceedings, Thirty-Sixth Workshop On Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, January 31 - February 2, 2011 Sgp-Tr-19.