PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN II)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 12 Juli 2020
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

HIDROKIMIA AIR TANAH MANIFESTASI GEDONGSONGO PANASBUMI UNGARAN, SEMARANG, JAWA TENGAH, INDONESIA

Nazwa Khoiratun Hisan [1], Pius Artdanno Bernaldo[1], Ludovicus Damardika Jasaputra [1], Arhananta [1]

[1] Geological Engineering Departement, UPN "Veteran" Yogyakarta
e-mail: nazwakhoiratunhisan@gmail.com

ABSTRAK

Manifestasi geothermal itu salah satunya adalah air panas. Selain air panas ternyata pengetahuan mengenai air dingin juga penting untuk dibandingkan lingkungannya dengan air panas. Penelitian mengenai hidrokimia air dingin dalam kurun tahun 1996-2020 di Gunung Ungaran belum pernah dilakukan. Lokasi penelitian terletak disekitar komplek Candi Gedongsongo, Gunung Ungaran, Jawa Tengah. Metode yang digunakan untuk mengetahui komposisi kimia adalah analisa geokimia air dingin dan studi literatur. Kemudian untuk mengetahui dinamika pembentukan airtanah dilakukan fieldcheck meliputi pemetaan sebaran batuan, pengambilan sampel batuan, pengukuran muka air tanah, dan pengukuran data struktur. Berdasarkan data kimia air panas bahwa jenis fluida fluida geothermal meliputi air klorida, bikarbonat dan sulfat yang unsur yang dominan yaitu bikarbonat. Berdasarkan analisa hidrokimia air dingin Segitiga anion yang terdapat pada diagram piper bagian kanan bawah menunjukkan kandungan ion pada sampel mata air mengelompok pada bagian kiri bawah yang menunjukkan bahwa sampel mata air memiliki tipe anion bikarbonat.

Kata kunci: Hidrokimia, hidrostruktur, manifestasi geothermal, Ungaran.

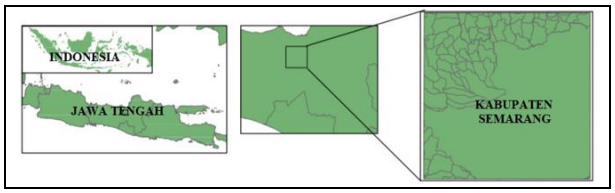
PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ungaran merupakan satu-satunya gunung yang memiliki potensi panas bumi dalam rangkaian Utara-Selatan Gunung Ungaran-Telomoyo-Merbabu-Merapi (Yudiantoro, 2018) meskipun pada kenyataannya di Gunung Telomoyo juga memiliki manifestasi yang terbatas. Gedongsongo merupakan daerah yang memiliki manifestasi air panas di gunung Ungaran. Perkembangan mengenai penelitian daerah Gedongsongo dimulai dari Thanden (1996) yang memasukkan daerah Gedongsongo sebagai satuan Gajah Mungkur dan Satuan Vulkanik Sindoro secara stratigrafi. Manifestasi merupakan unsur dalam sistem geothermal yang penting. Manifestasi geothermal itu salah satunya adalah air panas. Selain air panas ternyata pengetahuan mengenai air dingin juga penting untuk dibandingkan lingkungannya dengan air panas. Penelitian mengenai hidrokimia air dingin dalam kurun tahun 1996-2020 di Gunung Ungaran belum pernah dilakukan.. Berdasarkan penjelasan-penjelasan tersebut penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian mengenai hidrostruktur air tanah daerah manifestasi Gedongsongo panasbumi Ungaran, Semarang, Jawa Tengah.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak disekitar komplek Candi Gedongsongo, Gunung Ungaran, Jawa Tengah. Perjalanan ditempuh sejauh 20 km dari Kota Semarang menuju ke Selatan (Gambar 1).



Gambar 1: Lokasi penelitian di komplek Candi Gedongsongo, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah

METODE

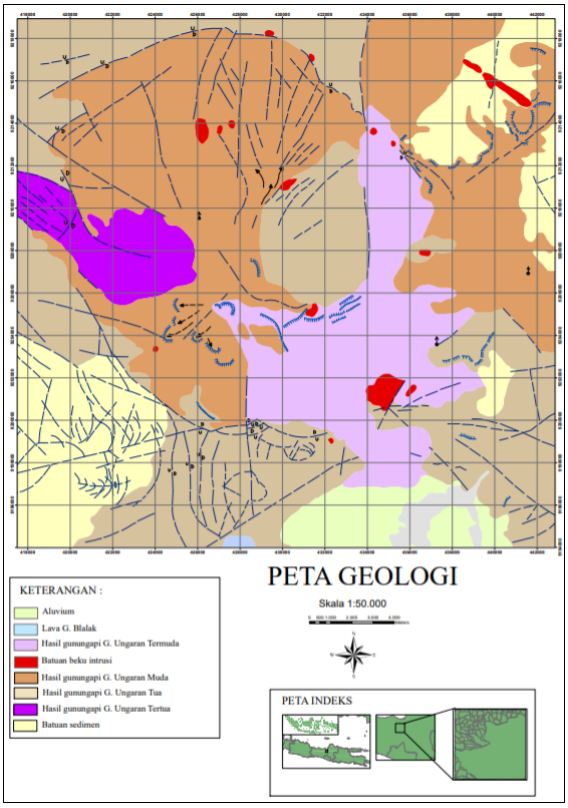
Tujuan penelitian ini adalah mengetahui komposisi kimia air tanah daerah sekitar manifestasi serta mengetahui dinamika pembentukan air tanah yang menjadi air panas maupun air dingin di Gedongsongo dan sekitarnya. Metode yang digunakan untuk mengetahui komposisi kimia adalah analisa geokimia air dingin dan studi literatur. Kemudian untuk mengetahui dinamika pembentukan airtanah dilakukan fieldcheck meliputi pemetaan sebaran batuan, pengambilan sampel batuan, pengukuran muka air tanah, dan pengukuran data struktur.

GEOLOGI REGIONAL

Berdasarkan peta lembar Ungaran (Pertamina, 1985) stratigrafi daerah peneilitian terdiri atas dua satuan, satuan Hasil gunungapi Ungaran Termuda dan Muda. Satuan Ungaran termuda terdiri atas aliran lava dan lahar andesit yang tersusun oleh mineral hornblende serta augit (Thanden dkk, 1996). Lalu untuk Satuan Gunungapi Muda terdiri atas aliran lava andsit

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

hornblende augit (Thanden dkk, 1996) (Gambar 2). Struktur geologi regional daerah penelitian terdiri atas Utara Baratlaut-Selatan Menenggara dibentuk oleh kontak satuan batuan dan TimurLaut-BaratDaya yang dibentuk oleh aliran lidah lava (Pertamina, 1985; Tahnden dkk, 1996).

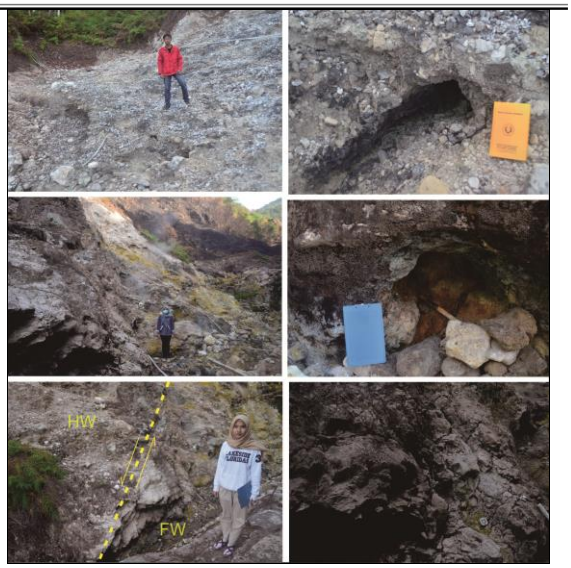


Gambar 2: Peta Geologi Regional daerah penelitian.

HASIL

Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan *fieldcheck* lokasi penelitian terdapat tiga variasi litologi, litologi yang pertama adalah litologi breksi berfragmen andesit, basalt, dan piroklastik (gambar 1 dan 2), itologi kedua ialah konglomerat berfragmen andesit, basalt, dan piroklastik (gambar 3 dan 4), dan yang terakhir adalah lava andesit (gambar 6). Ditemukan juga adanya struktur geologi berupa sesar mendatar dengan data *shear fracture* dan *gash fracture* (gambar 5).



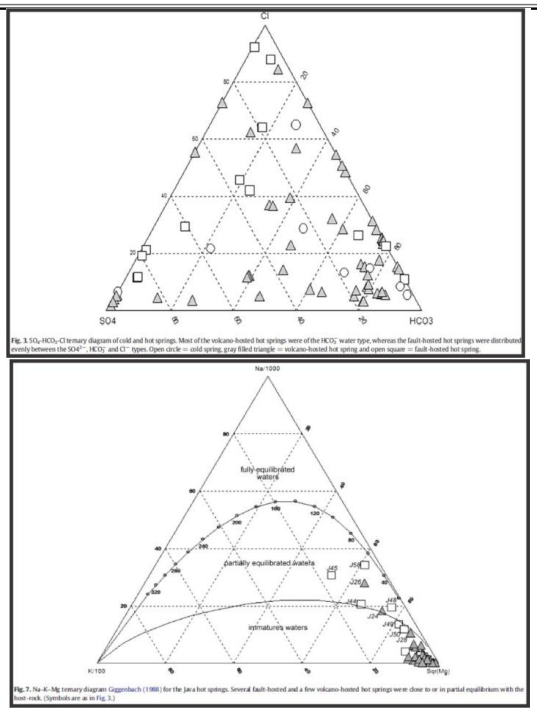
Gambar 3: Gambar 1 merupakan gambar singkapan breksi, gambar ke 2 merupakan litologi breksi teralterasi menjadi argilik. Pada gambar ke 3 merupakan singkapan konglomerat, gambar ke 4 merupakan foto litologi konglomerat. Pada gambar ke 5 gambar sesar mendatar kiri,gambar ke 6 merupakan gambar litologi dari lava andesit.

Manifestasi

Gambar 4. Alterasi argilik pada breksi (kiri atas), Profilitik pada tuff (kanan atas), Manfestasi mata air panas (kiri bawah), Manifestasi gas berupa fumarole (kanan bawah)

Berdasakan *fieldcheck* di temukan empat jenis manifestasi, yaitu alterasi, mata air panas, dan fumarol. Tipe alterasi di daerah penelitian terdapat 2 tipe yaitu tipe argilik dan tipe profilitik, kemudian terdapat mata air panas yang terletak di sekitar alterasi profilitik.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020



Gambar 5. Diagram temari dari mata air panas dan dingin (Purnomo dkk, 2014) (Atas)4x, diagram temari untuk mata air panas jawa, Giggenbach (1988) (bawah)

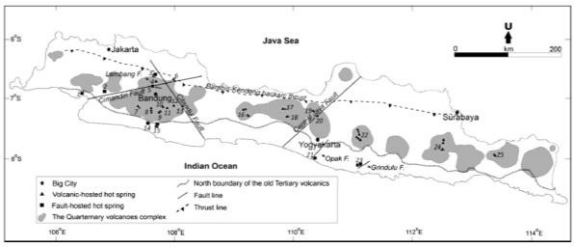
Hasil dari analisis geokimia manifestasi air panas meggunakan diagram temari didapati prosentase SO_4, HCO_3, Cl, dan di dominasi HCO_3^-, dari siklus segitiga diatas (Gambar .1), terdapat segitiga kecil berwarna abu-abu yang merupakan air dingin, lalu yang memiliki bentuk persegi merupakan mata air panas. Kemudian untuk gambar selanjutnya (Gambar .2), dibagi menjadi 3 tipe yang berupa fully equilibrated waters, partially equilibrated waters, immatures waters.

Tabel 1. Analisis kimia air yang dikumpulkan di daerah Gedongsongo dan sekitarnya, Nguyen Kim Phuong, dkk (2005)

Location	Code	Temp (°C)	pH	EC (mS/cm)	HCO3	F	Cl	NO3	SO4	Na	NH4	K	Mg	Ca	δ18O (‰)	δ2H (‰)
Gedongsongo	UGW-1	21.9	3.45	0.36	-	0.12	0.84	0.08	247	14.26	0.43	5.04	13.44	42.45	-7.88	-66.70
Gedongsongo	UGW-2	40.0	5.36	0.39	58.6	0.21	1.16	TR	136	25.31	0.64	8.63	10.34	32.55	-7.86	-69.33
Gedongsongo	UGW-3	56.0	6.10	0.33	200	0.12	0.77	TR	31.8	14.00	0.5	7.9	15.14	37.13	-7.95	-70.21
Gedongsongo	UGW-4	32.2	6.00	0.3	465	0.05	0.76	TR	2.61	10.73	0.5	5.46	14.65	35.85	-8.17	-70.57
Gedongsongo	UGW-5	-	6.31	0.04	39	0.004	0.66	TR	3.53	2.315	0.02	1.18	0.65	3.54	-8.19	-70.71
Bunsen	UGW-6	20	6.25	0.32	240	0.01	0.94	0.10	2.59	11.89	0.28	4.56	13.52	44.19	-7.60	-67.46
Bunsen	UGW-7	19	6.25	0.33	248	0.01	0.98	TR	2.69	12.28	0.29	4.67	14.02	45.71	-7.60	-67.71
Bunsen	UGW-8A	20	6.04	0.27	207	0.09	2.46	TR	0.11	10.42	0.13	5.38	11.29	37.06	-7.48	-66.62
Bunsen	UGW-8B	18	6.02	0.29	221	0.01	2.44	TR	0.08	10.30	0.14	5.57	11.18	37.06	-7.51	-67.02
Kaliulo	UGW-9	43.5	7.25	19.83	419	0.43	5339	0.16	13.0	5147	TR	181.9	34.60	50.77	3.95	-20.75
Kaliulo *	UGW-10	21	7.25	0.7	320	0.25	75.30	1.16	15.0	43.95	0.56	3.41	17.37	92.79	-4.92	-31.03
Gedongsongo	UGW-11	18	5.42	0.18	57.3	0.01	0.65	0.04	59.3	6.78	0.04	3.14	5.61	18.16	-7.96	-50.02
Candi village *	UGW-13	18	6.65	0.18	97.6	0.06	9.1	14.55	6.49	8.11	0.11	8.14	4.97	19.15	-6.94	-43.83
Gelanai *	UGW-14	18	6.98	0.16	105	0.07	1.80	10.44	2.25	7.81	0.037	4.28	4.96	19.80	-7.33	-45.36
Kendalisodo	UGW-15A	35.2	6.84	4.38	1732	0.06	997.8	0.07	0.10	700.2	16.08	44.15	117.7	217.3	-5.20	-39.36
Kendalisodo	UGW-15B	38.1	6.78	5.21	1824	0.06	1088	0.11	0.00	746.1	17.01	47.11	126.0	278.4	-5.26	-39.78
Kendalisodo **	UGW-16	23.8	7.87	0.51	351	0.08	7.21	3.01	4.43	53.19	0.29	6.35	26.92	62.08	-6.13	-39.05
Diwak	UGW-17A	50.5	6.50	2.11	1435	TR	111.4	0.05	0.08	128	147.3	1.90	30.59	134.5	-5.47	-39.9
Diwak **	UGW-17B	27.5	7.40	0.5	292	0.12	19.21	TR	1.80	48.2	35.69	0.60	6.92	19.87	-4.76	-28.7
Kalitdo*	UGW-18	26.4	7.10	0.29	203	0.12	12.61	4.62	7.24	41.9	12.08	0.10	13	5.23	-5.61	-32.9
Tangkil	UGW-19	24.9	7.10	0.31	157	0.07	2.94	2.86	0.52	69.7	13.74	0.18	3.58	10.15	-6.3	-38.4
Dersiun	UGW-20	25.8	7.00	0.21	165	0.05	1.48	3.32	1.03	69.5	11.99	0.20	3.66	6.01	-5.98	-36.9
Dersiun	UGW-21	58.5	6.90	2.5	1560	TR	110	TR	0.51	151	155.1	2.20	31.25	144.3	-6.56	-41.3

Note: Concentrations are in ppm.
* Well water.
** River water.

Dari analisis kimia manifestasi air panas terdapat konsentrasi air sumur dan air sungai dalam satuan ppm yang dikumpulkan dari daerah gedongsongo yang berupa 15 data dari 11 daerah yang berbeda didapatkan hasil yaitu Temp, $SO4^{2,}$ S^2H tertinggi berada di daerah Gedongsongo, kemudian pH, HCO, $NH4^-$, tertinggi berada di Kendalisodo, EC, tertinggi terdapat di Kaliulo, F, Cr, Na^-, K^+, $Mg2^+$ tertinggi berada di daerah Kaliulo, NO3 yang tertinggi berada di Candi Village, $Ca2^-$ di Diwak, serta SO di daerah Tangkil. Sistem geothermal yang ada di pulau jawa dengan menunjukan data fisiokimia yang berasosiasi dengan hot spring, cold spring dan kawah danau asam. Daerah geothermal dapat dibagi menjadi sistem geothermal Volcanc-hosted dan Fault-hosted berdasarkan asosiasi geologinya, dipulau jawa saat ini voolcanic-hosted sudah ada 5 lapangan yang menghasilkan listrik sedangkan fault-hosted belum dieksplorasi karena diasumsikan energi yang tidak mencukupi, seperti yang dituliskan Alam et al., (2010) lapangan geothermal faulted-hosted lokasinya berdekatan dengan aktivitas vulkanik yang diindikasikan pemanasan sirkulasi air meteorik dalam seperti kondisi geologi di pulau jawa. Sistem geothermal dijawa diklasifikasikan menjadi volcano-hosted dan fault-hosted berdasarkan 25 sampel sistem geothermal yang ada 8 dianggap fault-hosted (yaitu Pacitan, Maribaya, Batu Kapur, Pakenjeng, Cilayu, Cikundul, Cisolok, dan Parangtritis) dan 17 dianggap volcano-hosted (yaitu, Segaran, Arjuna-Welirang Volcano, Gunung Lawu, Gunung Api Ungaran, Candi Dukuh, Dieng, Kalianget, Gunung Api Slamet, Ciawi, Kampung Sumur, Tampomas, Cipanas, Ciater, Darajat, Kamojang, Pangalengan, dan Patuha), Semua sistem panas bumi yang volcano-hosted berada di sabuk vulkanik Kuarter, sementara sebagian besar faulted-hostes sistem panas bumi berada di sabuk vulkanik Tersier (Gambar 6). Berdasarkan data kimia air bahwa jenis fluida fluida geothermal meliputi air klorida, bikarbonat dan sulfat yang unsur yang dominan yaitu bikarbonat.



Gambar 6: Sistem Geothermal Jawa

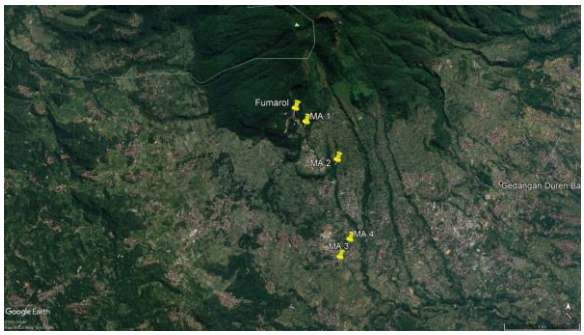
Hidrokimia Air Dingin

Pada daerah telitian terdapat dua perilaku batuan terhadap air tanah yang pertama adalah sistem akuifug, ditandai dengan daerah warna merah pada peta dan merupakan akuifer yang disusun oleh batuan beku vulkanik basalt sehingga memiliki sifat perilaku

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

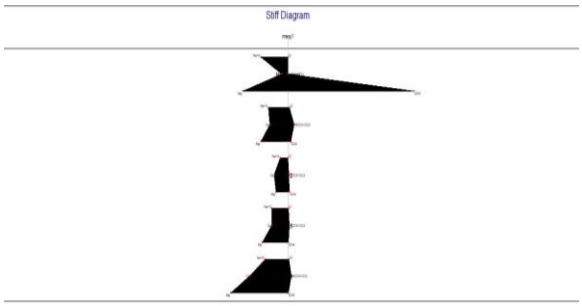
tubuh batuan dengan harga permeabilitas yang hampir mendekati nol. Yang kedua adalah sistem akuiklud, persebaran sistem ini ditandai dengan warna biru pada peta dan disusun oleh batuan breksi andesit, sehingga pada sistem ini air tanah dapat mengalir dari hulu menuju hilir pada lereng gunung Ungaran.

Pengambilan sampel air dingin dilakukan disekitar komplek candi Gedongsongo Lereng Selatan-Tenggara Gunung Ungaran (Gambar 7). Diambil 5 Sampel pada titik manifestasi, dan mata air.



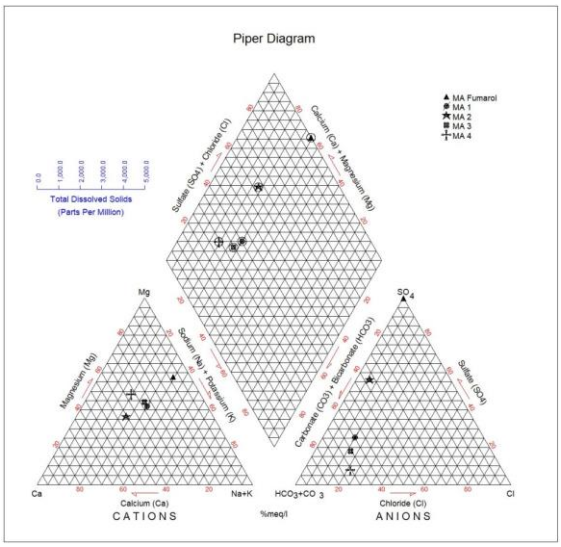
Gambar 7: Titik pengambilan sampel

Gambar 8 menunjukkan diagram stiff dari sampel mata air di Jl. Candi Gedong Songo, Hutan Jubelan, Bandungan. Hasil analisis dari diagram stiff pada Gambar 7 menunjukkan bahwa tipe kation yang dominan dari sampel mata air tersebut adalah magnesium, sedangkan tipe anion yang dominan adalah bikarbonat.



Gambar 8: Diagram Stiff Sampel Mata Air

Hasil dari analisis diagram piper pada sampel mata air dingin (Gambar 9) menunjukkan bahwa kandungan hidrogeokimia menunjukkan dominansi Ca(Mg) HCO_3 pada sampel MA 1, MA 3, dan MA 4. Sedangkan MA 2 termasuk ke zona Ca(Mg)Cl(SO_4) dan MA 1 termasuk ke zona Cl + SO_4. Segitiga kation yang terdapat pada diagram piper bagian kiri bawah menunjukkan kandungan ion pada sampel mata air mengelompok pada bagian tengah dari segitiga kation. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada tipe dominan pada sampel mata air. Segitiga anion yang terdapat pada diagram piper bagian kanan bawah menunjukkan kandungan ion pada sampel mata air mengelompok pada bagian kiri bawah dari segitiga anion. Hal ini menunjukkan bahwa sampel mata air memiliki tipe anion bikarbonat.



Gambar 9: Diagram Piper Sampel Mata Air

KESIMPULAN

Berdasarkan data kimia air panas bahwa jenis fluida fluida geothermal meliputi air klorida, bikarbonat dan sulfat yang unsur yang dominan yaitu bikarbonat. Berdasarkan analisa hidrokimia air dingin Segitiga anion yang terdapat pada diagram piper bagian kanan bawah menunjukkan kandungan ion pada sampel mata air mengelompok pada bagian kiri bawah yang menunjukkan bahwa sampel mata air memiliki tipe anion bikarbonat. Kedua sumber air tanah tersebut memiliki kesamaan yaitu tipe bikarbonat, dimana sumber air tanah yang diinterpretasikan sama yaitu batuan yang memiliki kandungan Ca yang tinggi dari lapukan batuan Plagioklas Ca atau didominasi oleh air meteorik.

DAFTAR PUSTAKA

Brehme, maren. dkk. 2014. A hydrotectonic model of a geothermal reservoir – A study in Lahendong, Indonesia. *Elsevier : Geothermic* hal 228-239.

Purnomo, budi joko. dkk. 2014. Geothermal systems on the island of Java, Indonesia. *Elsevier : Journal of Volcanology and Geothermal Research.* Hal : 47-59.

Wahyudi. dkk. Kajian potensi panas bumi dan rekomendasi pemanfaatannya pada daerah prospek gunungapi Ungaran jawa tengah. *Kajian potensi panas* hal 41-48.

Fujimitsu, Y. dkk. 2007. Geophysical Investigations Of Ungaran Volcano, Central Java, Indonesia.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Proceedings 29th NZ Geothermal Workshop 2007.

Yudiantoro, D.F. dkk. 2017. Overview Of The Petrophysical And Geochemical Properties Of The Ungaran Quarternary Volcano In Relation To Geothermal Potential. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 149 (2018). Hal 1-11.

Setyawan, Agus, dkk. 2009. Assessment Of Geothermal Potential At Ungaran Volcano, Indonesia Deduced From Numerical Analysis. *PROCEEDINGS, Thirty-Fourth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University*, Stanford, California, February 9-11, 2009.

Phuong, Kim Nguyen. dkk. 2005. Geochemistry Of The Ungaran Geothermal System, Central Java, Indonesia. *PROCEEDINGS JOINT CONVENTION SURABAYA 2005 – HAGI-IAGI-PERHAPI The 30th HAGI, The 34th IAGI, and The 14th PERHAPI Annual Conference and Exhibition.* Hal : 64-77.