GEOKIMIA PANAS BUMI DI KECEMATAN NGEBEL KABUPATEN PONOROGO, PROVINSI JAWA TIMUR

Pipin Kurniawan[1], Handoko Teguh Wibowo, [2]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

ABSTRACT

This final project is conducted in Wagir Lor , Ngebel district, Ponorogo Regency-East Java and its surrounding. The writer conducted this research in this area because this area is included as one area in Indonesia that has geothermal potential. Based on the geological mapping, the morphometry of the mapped area is divided into 3 morphological units, namely slightly sloping highland morphological unit, sloping highland morphological unit, and steep highland morphological unit. The oldest lithostatigraphic structure of this area is Breccia, Tuff, and intrusive andesite which were deposited in the early Pleistocene epoch up to the up late Pleistocene epoch with on land sedimentation area. The geological structure of the mapped area is joint and sinistral fault. The geothermal source comes from the geothermal system that exists in the research area which is from the andesite rocks that penetrate the breccia layer above it and the heat is transferred to the surface through the formed fractures as the effect of existence of fault with the river as the media. The manifestation of geothermal system is located at LP5 with the coordinate of X=570103 Y=9135897, 631 mdpl elevation, hot spring manifestation type, Volcanic Waters type (HCO_3 = 2.43%, Cl = 0.45%, SO_4 = 97.10%), pH 8, 57^oC temperature and 37^oC surrounding temperature; and at LP11 with the coordinate of X=570504 Y=9136196, 721 mdpl elevation, Solfatar manifestation type, Mature Waters type (HCO_3 = 13%, Cl = 86.58%, SO_4 = 0.40%) pH 2, 55^oC water temperature and 32^oC surrounding temperature.

Keywords: *geology, mapping, geochemistry, manifestation, geothermal*

ABSTRAK

Tugas akhir ini dilakukan di Desa Wagir lor dan sekitarnya, kecamatan Ngebel, Kabupaten Ponorogo, Propinsi Jawa Timur. Penulis melakukan penelitian di daerah ini karena daerah ini termasuk salah satu daerah di Indonesia yang memiliki potensi panas bumi.Berdasarkan hasil pemetaan geologi, morfometri daerah pemetaan dapat dibagi menjadi 3 satuan morfologi yaitu, Satuan morfologi pegunungan agak miring, Satuan morfologi pegunungan miring, Satuan morfologi pegunungan terjal. Susunan litostratigrafi mulai dari yang tertua adalah Breksi, *Tuff*, dan batuan terobosan Andesit yang di endapkan pada zaman Plistosen awal hingga Plistosen akhir, dengan lingkungan pengendapan di darat.Serta struktur geologi yang ada di daerah pemetaan adalah kekar dan sesar geser kiri.Sumber panas dari sistem panas bumi yang terdapat pada daerah penelitian berasal dari batuan andesit yang mengintrusi lapisan batuan breksi yang ada di atasnya serta panasnya disalurkan menuju permukaan dengan media rekahan – rekahan yang terbentuk akibat adanya sesar dengan sungai sebagai bidangnya Manifestasi Sistem Panas bumi yang terdapat pada daerah penelitian terletak pada LP5 dengan koordinat X= 570103 Y= 9135897, elevasi 631 mdpl, tipe manifestasi *Hot springs*, jenis air *Volcanic Waters* (HCO_3 = 2,43%, Cl = 0,45%, SO_4 = 97,10%) , pH 8, suhu air 57°C dan suhu udara di sekitar 37°C serta pada LP11 dengan koordinat X= 570504 Y= 9136196, elevasi 721 mdpl, tipe manifestasi Solfatar, jenis air *Mature Waters* (HCO_3 = 13%, Cl = 86,58%, SO_4 = 0,40%), pH 2, suhu air 55°C dan suhu udara di sekitar 32°C.

Kata Kunci : Geologi, Pemetaan, Geokimia, Manifestasi, Panas Bumi

PENDAHULUAN

Energi panas bumi, adalah energi panas yang tersimpan dalam batuan di bawah permukaan bumi dan fluida yang terkandung didalamnya. Morfologi daerah berbukit sedang sampai berbukit terjal dengan jurang yang curam, batuan yang tersingkap sebagian sudah lapuk terdiri dari batuan piroklastik, lava andesit, breksi dan tuff. Lokasi daerah yang di maksud terletak di antara wagir lor dan talun berada di daerah sepanjang sungai yang mengalir dari talun ke sugihan.hal ini yang mendorong peneliti untuk melakukan kajian berupa geokimia panas bumi di Kecamatan Ngebel dan sekitarnya, Kabupaten Ponorogo. Rumusan masalahnya adalah mengetahui jenis morfologi

kondisi geologi daerah kecamatan Ngebel ?, macam macam litologi dan struktur geologi daerah kecamatan Ngebel ?, peta sebaran manifestasi panas bumi di daerah kecamatan Ngebel ?, mengetahui unsur kimia yang ada di fluida panas bumi di daerah kecamatan Ngebel ?, mengetahui jenis air manifestasi panas bumi di daerah kecamatan Ngebel ?. Batas masalahnya yaitu mengetahui kondisi geologi daerah pengamatan dengan luas 9x6km, kajian hubungan kondisi geologi dengan hubungan manifestasi panas bumi pada daerah pengamatan, terdapatnya manifestasi panas bumi di daerah penelitian, Analisis geokimia yang ada pada fluida manifestasi dari hasil UPT Laboraturium Uji Kualitas air dan Mineral (dari ESDM Surabaya). Letak dan kesampaian daerah adalah Kecamatan Ngebel, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur. Posisi geografis daerah ini menempati 111˚ 17' BT - 111˚ 52' BT & 7˚ 49' LS - 8˚ 20' LS dan posisi Grid UTM antara (x,y): (562000-571000, 9132000-9138000). Daerah penelitian memilik luas 9,0 km x 6,0 km (54,00 km^2).

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Panas Bumi

Disini proses yang terjadi yaitu akibat adanya tumbukan antara lempeng samudra dan lempeng benua, lempeng samudra menunjam ke bawah (subduksi) lempeng benua. Sementara itu kandungan H_2O yang tinggi pada batas antara lempeng benua dan lempeng samudera memicu terjadinya *partial melting* yang mengakibatkan adanya fluida panas bumi. Disinilah terjadi pemisahan antara fase liquid dan fase gas pada fluida panas bumi. Fluida gas ini akan lebih mudah menerobos menuju permukaan bumi menjadi *furnaroles* disekitar puncak dan lereng gunung api. Sisa fluida panas bumi yang masi di dalam akan mengalir secara lateral dimana akan bercampur dengan air tanah dan keluar di permukaan sebagai mata air (Suparno 2009).

Manifestasi Panas Bumi

Manifestasi permukaan adalah tanda-tanda alam yang nampak di permukaan tanah sebagai petunjuk awal adanya aktifitas panas bumi di bawah permukaan bumi.

Manifestasi panas bumi ini dapat berupa :

- Tanah Hangat (*Warm Ground*)
- Permukaan Tanah Beruap
- Mata Air Panas Atau Hangat
- Telaga Air Panas
- Fumarole
- Geyser
- Kubangan Lumpur Panas
- Silika Sinter
- Batuan Yang Mengalami Alterasi (Saptadji, 2001)

Geokimia Fluida Panas Bumi

Sifat-sifat geokimia fluida pada lapangan – lapangan panas bumi biasanya dapat di kenali dan ahli geokimia bertugas menganalisa proses yang mengontrolnya untuk mengetahui karakteristik masing-masing system panas bumi.Analisis geokimia fluida panas bumi yang paling sederhana dan bermanfaat untuk secara mengenali variasi fluida pada suatu sitem panas bumi adalah klasifikasi menggunakan komposisi anion. Geokimia fluida panas bumi ini berupa :

- Air klorida
- Air asam sulfat
- Air bikarbonat
- Air brine
- Air meteoric

Geotermo Meter Silika

Geotermometer silika umumnya baik di gunakan untuk reservoir bertemperatur >150°C ,karena untuk di bawah suhu 150°C kandungan silica di control oleh kalsedon.

geotermometer	persamaan	referensi
Quaz-no steam loss	T=1309/5.19-log(SIO2)-273.15	*Fournier (1977)*
Quaz- maximum steam loss at 100°C	T=1522/5.75-log(SIO2)-273.15	*Fournier (1977)*

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pemetaan geologi permukaan, dimana data yang diambil meliputi data litologi batuan, data sebaran manifestasi panas bumi dan bukti-bukti foto data penunjang kajian metode pemetaan geologi permukaan (*surface mapping*), yaitu melakukan pengamatan langsung pada singkapan di lapangan.Data yang diambil berupa data litologi, morfologi, struktur geologi, dan geologi lingkungan melalui pengamatan pada singkapan dan juga dilakukan pengukuran dan pencatatan di lapangan.

Analisa Data

- Analisis Manifestasi Panas Bumi
- Analisis Petrografi
- Analisa Fluida
- Analisa Struktur
- Analisa Stratigrafi
- Analisa Morfologi

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Geologi Regional

Geomorfologi Regional

Geomorfologi regional daerah pemetaan menurut Van Bemmelen, terdiri dari 5 zona. Van Bemmelen (1949) membagi fisiografi Jawa Timur menjadi 5 zona fisiografis, zona-zona tersebut terdiri dari:

1. Zona Kendeng (Kendeng Zone)
2. Zona Rembang (Rembang Zone)
3. Zona Depresi Tengah (Central Depresion)
4. Zona *Arial Ridge.*
5. Zona Lereng Selatan *Arial Ridge*

Stratigrafi Regional

Secara fisiografi daerah Ponorogo & sekitarnya terletak pada jalur Pegunungan Selatan Jawa Timur dan termasuk dalam formasi Andesit Tua (Van Bemmelen,1949). Zona Pegunungan Selatan di Jawa Timur pada umumnya merupakan blok yang terangkat dan miring ke arah selatan. Batas utaranya ditandai *escarpment* yang cukup kompleks.

Struktur Regional

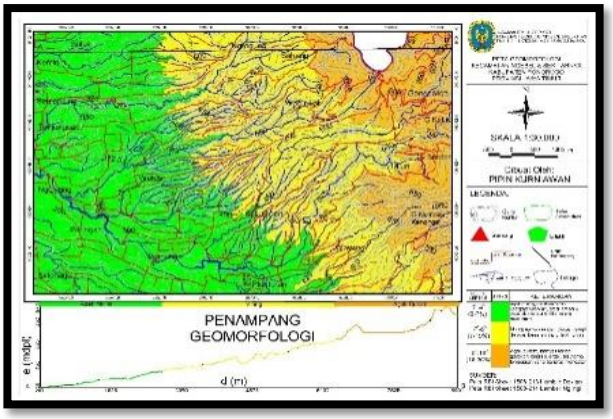
Struktur geologi di daerah Pegunungan Selatan bagian timur berupa perlapisan homoklin, sesar, kekar dan lipatan. Struktur utama yang berkembang di Daerah Pegunungan Selatan Bagian Timur ini terutama adalah sesar yang berkembang di sepanjang Sungai Grindulu dan kemungkinan besar struktur inilah yang menimbulkan banyak dijumpai mineralisasi di daerah ini

Geologi Daerah Penelitian

Geomorfologi Daerah Penelitian

Berdasarkan relief, litologi, genesa, dan kenampakan morfologi dan morfogenesa di lapangan, maka bentuk lahan di daerah pemetaan adalah satuan morfologi berdasarkan kelas kelerengannya, yaitu :

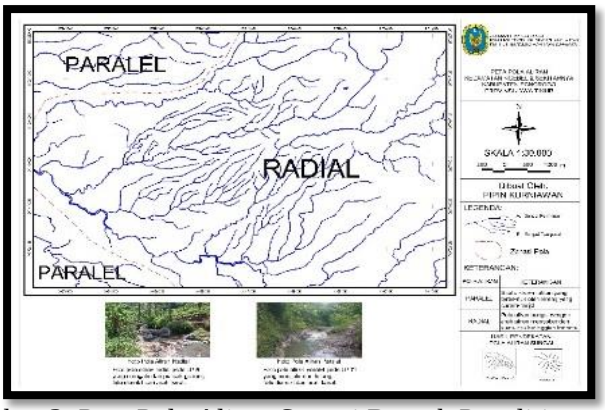
- Satuan morfometri agak miring (Hijau Muda)
- Satuan morfometri miring (Kuning)
- Satuan morfometri agak curam (Jingga)



Gambar 2. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

Pola Aliran dan Stadia Sungai

Sistem pengaliran yang berkembang di daerah pemetaan ini dikontrol oleh struktur geologi dan jenis batuannya. Seperti diketahui bahwa air mengalir dari dataran tinggi / tempat tinggi ke tempat yang rendah.



Gambar 3. Peta Pola Aliran Sungai Daerah Penelitian

Stratigrafi Daerah Penelitian

Klasifikasi satuan stratigrafi daerah pemetaan berdasarkan atas kenampakan megaskopis, ciri litologi dilapangan dan penamaannya merupakan satuan litostratigrafi tidak resmi, dimana pembagian satuan itu sendiri dengan dasar pemerian deskriptif ciri fisik dan dominasi batuan yang ada.

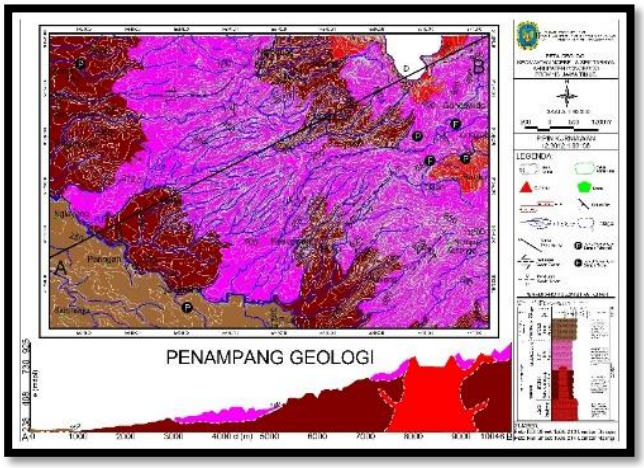
1. Satuan Litologi Lava
2. Satuan Litologi *Tuff*
3. Satuan Litologi Breksi

Struktur Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan struktur geologi yang dijumpai di daerah pengamatan adalah kekar (kekar gerus). Pada umumnya struktur-struktur tersebut dijumpai di lereng Gn. Kutut & Gn. Burder pada litologi andesit. Selain itu juga terdapat dugaan sesar geser serta dugaan gawir sesar.

Perkiraan Sesar Geser (Strike Slip)

Perkiraan sesar geser dijumpai didaerah pemetaan yakni berbentuk sesar geser kanan *(Dextral Strike Slip)* serta dominasi dugaan sesar geser kiri (*Sinistral Strike Slip*). Perkiraan patahan ini didapatkan dari analisa dan interpretasi peta topografi daerah pemetaan.



Gambar 4**.** Peta Geologi Daerah Penelitian Beserta Interpretasi Keberadaan Perkiraan Sesar Geser (*Strike Slip*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejarah Geologi Daerah Penelitian

Pada zaman Plistosen Awal lokasi pemetaan yang berlokasi di Kabupaten Ponorogo, Kecamatan Ngebel & Sekitarnya terbentuk satuan lava. Pada zaman Plistosen Awal pula,

tepatnya di atas satuan lava & satuan breksi diendapkan lagi satuan tuff. Diatas satuan tuff kemudian terendapkan satuan breksi dengan sub satuan breksi andesitan yang lebih terkompakkan dengan baik. Struktur yang terdapat di daerah penelitian merupakan struktur kekar, struktur kekar yang terdapat di lokasi pemetaan yaitu jenis kekar tarik, kekar gerus (berpasangan) dan perkiraan gawir sesar.

Potensi Geologi Daerah Penelitian

Potensi geologi secara umum dibagi menjadi 2 bagian yaitu potensi positif dan potensi negatif. Potensi positif berupa potensi sesumber yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan tertentu, sedangkan potensi negatif berupa potensi bencana yang bersifat merusak baik dalam skala kecil maupun skala besar.

Potensi Sebaran Manifestasi di Daerah Penelitian

Manifestasi Panas Bumi

Pada umumnya analisa manifestasi panas bumi daerah pengamatan dapat di lakukan dengan beberapa indikator, hal ini tergantung pada daerahnya dan sistematika indikasi adanya panas bumi. Beberapa indicator yang bias di interpresentasikan dia antaranya dengan adanya kemunculan mata air panas/hangat , analisa kimia air, pengambilan sample air.Secara umum tekanan di bawah permukaan bumi lebih rendah dari pada tekanan di bawah permukaan bumi.Berdasarkan kejadian ini,air panas maupun uap air panas yang terperangkap di bawah permukaan bumi akan berupaya mencari jalan terobosan supaya supaya bias keluar ke permukaan bumi.

Mata Air Hot Spring

Manifestasi panas bumi yang di temukan di daerah lereng gunung kutut berupa permunculan mata air panas. Beberapa mata air panas di temukan berasosiasi dengan endapan sinter silika seperti di temukan di lokasi mata air panas di daerah wagir lor pada ketinggian 631 m dpl yang mempunyai kandungan fluida ph 8 , temperatur suhu 57°C dan suhu udara di sekitar 37°C.Air panas terbentuk karena aliran panas dari bawah permukaan melalui rekahan batu-batuan



Gambar 5. *Hot Spring*

Mata Air Panas (solfatar)

Manifestasi panas bumi yang di temukan di daerah lereng gunung kutut berupa permunculan mata air panas (*solfatar*). Beberapa mata air panas (*solfatar*) di temukan tuff yang teralterasi seperti di temukan di lokasi mata air panas (*solfatar*) di daerah talun pada ketinggian 712 m dpl yang mempunyai kandungan fluida ph 2 , temperatur suhu 55°C dan suhu udara di sekitar 32°C.

Terbentuk karena rekahan yang memancarkan uap panas *(dry stream*) atau uap panas yang mengandung butir-butiran air (*well stream*) yang mengandung gas H_2S



Gambar 6. Solfatar

Karakteristik Kimia Dalam Panas Bumi Penelitian

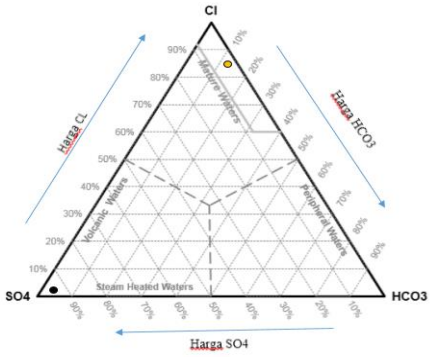
Tabel 1 Analisis Kimia Air Panas

NO	Parameter No. Analisa	Satuan	Wagir lor LP 5	Talun LP 11
1	Koordinat (UTM)	X	570103	9135897
		Y	570504	9136196
2	Elevasi	Mdpl	631	712
3	Temperatur Air Panas	°C	57	55
4	Temperatur Udara	°C	37	32
5	PH	Ppm	8	2
6	SO4	Ppm	5	750
7	HCO3	Ppm	158,66	18,84
8	CL	Ppm	1056,6	3,5
9	SiO2	ppm	94	206

Tabel 2. Analisa Perhitungan Kandungan HCO_3,CL dan SO_4

No	Analisa	Presentase Kandungan LP 5	Nilai LP 5	Presentase Kandungan LP 11	Nilai LP 11
1	HCO3	$\frac{18,82}{772,34} X100\%$	**2,43%**	$\frac{158,66}{1220,26} X100\%$	**13%**
2	CL	$\frac{3,5}{772,34} X100\%$	**0,45%**	$\frac{1056,6}{1220,26} X100\%$	**86,58%**
3	SO4	$\frac{750}{772,34} X100\%$	**97,10%**	$\frac{5}{1220,26} X100\%$	**0,40%**

Sehingga dapat di simpulkan pada LP 5 :
Tipe jenis air Klorida yang di cirikan dengan Ph netral – sedikit basa pada manifestasi permukaan di cirikan oleh kenampakan yang jernih sering berasosiasi dengan endapan silica sinter.
Dan di LP 11 :



Gambar 6.3 segitiga trinilier SO4,HCO3,CL

Keterangan : (*Mature Waters*) LP 11

(*Volcanic Waters*) LP 5

Tipe jenis air Asam sulfat di cirikan CL (klorin) yang rendah sedangkan SO_4 (sulfat) yang tinggi terdapat pada daerah vulkanik. Pada manifestasi di permukaan di cirikan oleh kenampakan jenis air yang keruh sering berasosiasi dengan kolam lumpur.

Dengan di hitungnya (SiO_2) Geotermometer silica (fourner 1977)

Maka di LP 5: (SiO_2) = 94°C

T=1522/5.75-log(SIO2)-273.15

=1522/5.75-(1.97)-273.15

=402.64-273.15

=129.49°C

Di LP 11 : (SiO_2) = 206°C

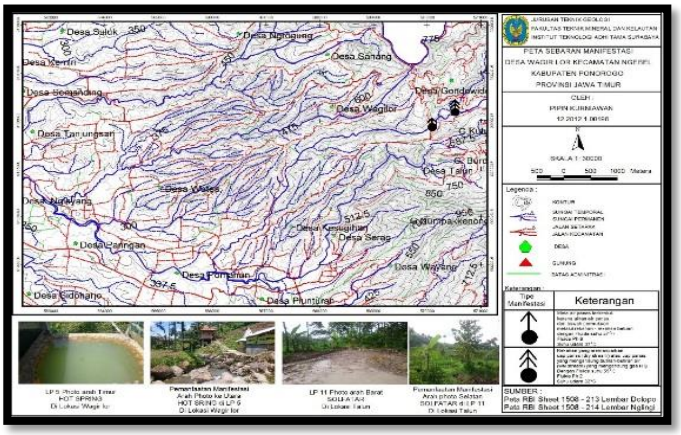
T=1309/5.19-log(SIO2)-273.15

= 1309/5.19-(2.31)-273.15

= 459.98-273.15

= 181.83°C

Dari hasil perhitungan di atas maka dapat di simpulkan / kecocokan karaena suhu silica di bawah temperature 150°C kandungan silica yang sangat cepat pada manifestasi permukaan terdapatnya kenampakan endapan silica amorf. Sedangkan di LP 11 mempunyai nilai geotermometer silica yang lebih besar dari 150°C kandungan silica yang yang tidak cepat sehingga tidak terbentuknya endapan silica amorf melainkan SiO4 (asam sulfat) yang tinggi pada manifestasi di permukaan terdapatnya jenis air yang keruh sering berasosiasi dengan kolam lumpur.



Gambar 7. Peta Sebaran Manifestasi Panas Bumi Daerah Penelitian

KESIMPULAN

1. Jenis air pada LP 5 klorida yang di cirikan dengan Ph netral – sedikit basa pada manifestasi permukaan di cirikan oleh kenampakan yang jernih sering berasosiasi dengan endapan silica sinter.
2. Jenis air pada LP 11 asam sulfat di cirikan CL (klorin) yang rendah sedangkan SO_4 (sulfat) yang tinggi terdapat pada daerah vulkanik. Pada manifestasi di permukaan di cirikan oleh kenampakan jenis air yang keruh sering berasosiasi dengan kolam lumpur.
3. Dengan di hitungnya (SiO_2) Geotermometer silica (fourner 1977). Maka di LP 5: (SiO_2) = 94°C mempunyai nilai **129.49°C** dan LP 11 : (SiO2) = 206°C mempunyai niilai **181.83°C.**
4. Dari hasil perhitungan di atas maka dapat di simpulkan / kecocokan karaena suhu silica di bawah temperature 150°C kandungan silica yang sangat cepat pada manifestasi permukaan terdapatnya kenampakan endapan silica amorf. Sedangkan di LP 11 mempunyai nilai geotermometer silica yang lebih besar dari 150°C kandungan silica yang yang tidak cepat sehingga tidak terbentuknya endapan silica amorf melainkan SiO_4 (asam sulfat) yang tinggi pada manifestasi di permukaan terdapatnya jenis air yang keruh sering berasosiasi dengan kolam lumpur.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Bemmelen Van, R. W, 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol I-A, Gov. Printed Office, The Hague, 732 p.
[2]. Corbett, G. J., & Leach, T. M., 1996, *Southwest Pacific Rim Gold – Copper Systems : Structure, Alteration and Mineralization*, Jakarta.
[3]. Djauhari Noor,2008, Pengantar Geologi,Pakuan University Press.
[4]. Howard, A.D., 1966, Drainage Analysis in Geology, A Summation, *AAPG Bulletin, Vol. 51*, p. 224-295.
[5]. Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia., 1996, *Sandi Stratigrafi Indonesia*, IAGI, Jakarta Selatan.
[6]. Howard, A.D., 1966, Drainage Analysis in Geology, A Summation, *AAPG Bulletin, Vol. 51*, p. 224-295.
[7]. Hanang Samodra, 1988, Pengantar dasar ilmu Gunung Api, Nova.
[8]. Suyanto, dkk., 1992, *geologi lembar turen, jawa timur*, pusat penelitian dan pengembangan geologi, bandung.
[9]. Van Zuidam, R.A, 1983, *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*, ITC, Enschede The Netherlands.
[10]. Dinas Pertambangan Dan Energi Provinsi Jawa Barat,Survey pendahuluan Potensi Panas Bumi Gunung Tampomas Kabupaten Sumedang, 2005,Bandung
[11]. Muharjo,Peta geologi panas bumi Gunung Tampomas Kabupaten Sumedang ,1981,Bandung. (Tidak di publikasikan).
[12]. Geothermometer silica . (1977) . Fournier

ISBN 978-602-98569-1-0

- halaman ini sengaja dikosongkan -