JURNAL FISTA: FISIKA DAN TERAPANNYA E-ISSN: 2747-1691
Volume 1, Nomor 2 31 Oktober 2020

STUDI KARAKTERISTIK BATUAN MANIFESTASI PANAS BUMI DI SEKITAR GUNUNG TAMPUSU

Oliver Pongoh, Donny R. Wenas dan Theresje Mandang
Prodi Fisika FMIPA Universitas Negeri Manado
oliverpongoh@gmail.com

ABSTRAK Sulawesi Utara merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki banyak gunung api aktif. Gunung Tampusu salah satu daerah yang memiliki prospek panas bumi yang ditandai adanya manifestasi panas bumi pada permukaan, yaitu mata air panas yang dapat memberikan kontribusi atau pengaruh terhadap batuan yang berada di sekitarnya menjadikan batuan teralterasi dalam lingkup manifestasi mata air panas. Penelitian ini bertujuan untuk Mengidentifikasi komposisi mineral dan jenis batuan alterasi pada daerah manifestasi panas bumi di sekitar Gunung Tampusu di lokasi penelitian dengan menggunakan metode SEM-EDX dan FTIR untuk menentukan mineral-mineral hidrotermal yang terdapat pada batuan tersebut. Hasil penelitian menunjukan komposisi mineral batuan teralterasi pada manifestasi panas bumi di Desa Tampusu Kecamatan Remboken memiliki kandungan yang hampir sama antara batuan yang berada dimata air panas (tempat keluarnya air) dan yang berjarak beberapa meter dari manifestasi tersebut, yaitu Al (Alumunium), Si (Silika), S (Suklur). Dengan perbedaan kandungan unsur yaitu sampel 2 memiliki tambahan unsur Al (Alumunium), Si (Silika), MoL (Molibdenum), K (Kalium), Fe (Ferum). Dan jenis mineral batuan teralterasi di sekitar manifestasi mata air panas pada sampel batuan 1 dan 2 adalah Quartz, Montmonillonitre, Albite, Kaolinite, Gibbsite dan Paligorskile.

Kata Kunci : SEM-EDX, FTIR, Gunung Tampusu.

ABSTRACT. *North Sulawesi is one of the provinces in Indonesia which has many active volcanoes. Mount Tampusu is an area that has geothermal prospects characterized by geothermal manifestations on the surface, namely hot springs that can contribute to or influence the surrounding rocks making altered rocks within the scope of hot spring manifestations. This study aims to identify the mineral composition and type of alteration rock in the geothermal manifestation area around Mount Tampusu at the study site using SEM-EDX and FTIR methods to determine hydrothermal minerals present in these rocks. The results showed that the mineral composition of altered rock mineral in the geothermal manifestation in Tampusu Village, Remboken District had almost the same content between the rocks in the eyes of the hot springs (where the water came out) and those that were a few meters away from the manifestation, namely Al (Aluminum), Si (Silica), S (Suklur). With the difference in elemental content, sample 2 has the addition of Al (Aluminum), Si (Silica), MoL (Molybdenum), K (Potassium), Fe (Ferum). And the types of altered rock minerals around the hot spring manifestations in rock samples 1 and 2 are Quartz, Montmonillonitre, Albite, Kaolinite, Gibbsite and Paligorskile.*

Keywords: SEM-EDX, FTIR, Tampusu Mountain.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara dengan potensi sumber daya energi panas bumi terbesar didunia. Secara geografis, Indonesia merupakan tempat pertemuan lempeng Eurasia, Pasifik dan Indo-australia dimana lempeng-lempeng tersebut memberikan peranan penting dalam pembentukan sistem panas bumi di indonesia (Saptadji, Diktat Kuliah Prodi Teknik Perminyakan, 2001)

Secara umum pemanfaatan daerah panas bumi di Indonesia belum dilakukan secara maksimal. Padahal beberapa negara telah memanfaatkan panas bumi untuk sektor non-listrik, antara lain untuk pemanasan ruangan, pemanasan air, pemanasan rumah kaca, pengeringan hasil produk pertanian, pemanasan tanah, pengeringan kayu, dan kegiatan lainya. Dengan potensi yang dimiliki Indonesia pemanfaatan panas bumi bisa lebih ditingkatkan agar lebih bermanfaat. Salah satunya adalah sebagai sumber energi alternatif yaitu energi panas bumi.

Sulawesi Utara merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memilikibanyak gunungapiaktif sehingga Sulawesi Utara berpotensi sebagai daerah pengembangan panas bumi baik secara langsung maupun tidak langsung. Potensi panas bumi tersebut ditandai dengan adanya manifestasi panasbumi manifestasi tesebut tersebar diberbagai wilayah di Sulawesi Utara salah satunya yang menjadi objek lokasi penelitian adalah daerah sekitar Gunung api Tampusu.

Gunung Tampusu adalah salah satu daerah yang memiliki prospek panas bumi yang ditandai dengan adanya manifestasi panasbumi yang muncul ke permukaan yaitu mata air panas yang dapat memberikan kontribusi atau pengaruh terhadap batuan yang berada di sekitarnya menjadikan batuan yang teralterasi dalam lingkup manifestasi mata air panas.

Studi karakteristik mineral batuan perlu dilakukan memahami vulkanisme dan struktur geologi daerah prospek panas bumi. Pemahaman tentang vulkanisme dan struktur geologi sangat diperlukan untuk eksloprasi awal daerah prospek panas bumi. Maka dari itu penelitian iniperlu di lakukan untuk menganalisis karakteristik mineral batuan di gunung tampusu. Analisis karakteristik mineral batuan akan memberikan informasi tentang kenampakan mikroskopis batuan. Penelitian ini juga menggunakan SEM-EDX untuk menentukan mineral-mineral hidrotermal yang terdapat pada batuan tersebut. SEM-EDX adalah dua perangkat yang dubuat menjadi satu. SEM (Scanning Electron Mcrocape) adalah sebuah mikroskop elektron yang di desain untuk menyelidiki permukaan dari objek solid secara langsung dan EDX (Energy Dispersive Spectroscopy). Maka dari itu, berdasarkan penjelaasan singkat diatas penulis bermaksud melakukan penelitian tentang Studi Karateristik Batuan Manifestasi Panasbumi di Gunung Tampusu.

KAJIAN TEORI

Pengetahuan atau ilmu geologi didasarkan kepada studi terhadap batuan. Diawali dengan mengetahui bagaimana batuan itu terbentuk, terubah kemudian bagaimana hingga batuan itu menempati bagian dari pegunungan, dataran-dataran di benua hingga didalam cekungan dibawah permukaan laut. Dari pengamatan terhadap jenis-jenis batuan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan malihan atau metamorfosis. Penelitian-penelitian yang dilakukan oleh para ahli geologi terhadap batuan, menyimpulkan bahwa antara ketiga kelompok tersebut terdapat hubungan yang erat satu dengan yang lainnya, dan batuan beku dianggap sebagai "nenek moyang" dari batuan lainnya. Dari sejarah pembentukan bumi, diperoleh gambaran bahwa pada awalnya seluruh bagian luar dari bumi ini terdiri dari batuan beku. Dengan perjalanan waktu serta perubahan keadaan, maka terjadilah perubahan-perubahan yang disertai pembentukan kelompok-kelompok batuan yang lainnya. Proses perubahan dari satu kelompok batuan ke kelompok lainnya, merupakan suatu siklus yang dinamakan daur batuan.

1. Sistem Panas Bumi

Ada beberapa jenis reservoir panas bumi, yaitu reservoir hidrotermal (hydrothermal reservoir), reservoir bertekanan tinggi (geopressured reservoir), reservoir batuan panas kering (hot dry rockreservoir), dan reservoir magma (magma reservoir). Sistem panas bumi di Indonesia umumnya berupa sistem hidrotermal, yaitu sistem panas bumi dimana reservoirnya mengandung uap, air atau campuran keduanya. Sistem hidrotermal dikelompokkan menjadi tiga, yaitu sistem reservoir temperatur tinggi diatas 225°C, sistem

reservoir temperatur sedang antara 125°C sampai 225°C, dan sistem panas bumi temperatur rendah lebih kecil dari 125°C (Saptadji, Lecturer of Geothermal Engineering, 2009).

Lempeng tektonik bergerak memisah di beberapa tempat, sementara di tempat lain saling mendorong dan diantaranya menunjam ke bawah lempeng lain. Ujung lempeng tektonik yang menunjam hancur dan meleleh akibat panas lapisan astenosfer dan gesekan pada proses magmatisasi. Subduksi kerak samudera (Indo-Australia) di bawah kerak benua (Eurasia) menghasilkan magma yang naik dan membentuk busur vulkanik sepanjang Pulau Jawa (Utama, Dwitanto, Hikmi, & Irsamukti, 2012)

1. Batuan

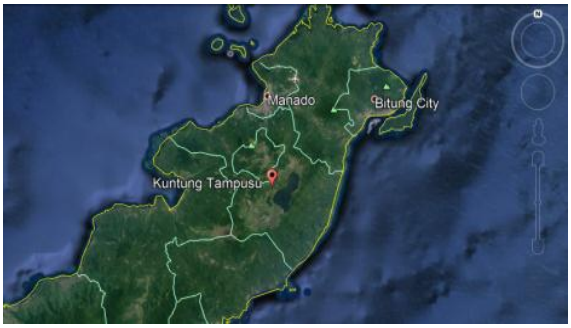
Pengetahuan atau ilmu geologi didasarkan kepada studi terhadap batuan. Diawali dengan mengetahui bagaimana batuan itu terbentuk, terubah kemudian bagaimana hingga batuan itu menempati bagian dari pegunungan, dataran-dataran di benua hingga didalam cekungan dibawah permukaan laut. Dari pengamatan terhadap jenis-jenis batuan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan malihan atau metamorphosis. (Prakoso, dkk, 2016)

Batuan dinding (wall rock/country rock) adalah batuan di sekitar intrusi yang melingkupi urat, umumnya mengalami alterasi hidrotermal. Derajat dan lamanya proses alterasi akan menyebabkan perbedaan intensitas alterasi dan derajat alterasi (terkait dengan stabilitas pembentukan). Stabilitas mineral primer yang mengalami alterasi sering membentuk pola alterasi (style of alteration) pada batuan (Pirajno, 1992).

Pada kesetimbangan tertentu, proses hidrotermal akan menghasilkan kumpulan mineral tertentu yang dikenal sebagai himpunan mineral (mineral assemblage) (Guilbert & Park, 1986).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Gunung Tampusu, Secara geografis Gunung Tampusu terletak di Lokasi penelitian merupakan salah satu daerah prospek panas bumi yang terdapat di Gunung Tampusu dibuktikan dengan adanya manifestasi panasbumi di permukaan. Dengan koordinat.N $1^{o}15'$ 4,1421" , E $124^{o}49'51$, 89651"



Gambar 1. Peta daerah sekitar Gunung Tampusu

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

1. Alat tulis menulis untuk mencatat semua data yang di dapat pada lokasi penelitianlapangan dll.
2. Alat pelindung diri untuk meminimalisir cedera apabila terjadi kecelakaan saat pengambilan data.
3. GPS untuk penentu koordinat pada lokasi penelitian
4. Laptop untuk digunakan mengolah data
5. Botol sampel untuk menyimpan sampel yang akan diteliti
6. SEM-EDX untuk digunakan pada proses penelitian batuan
7. FTIR untuk digunakan pada proses penelitian batuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian kali ini peneliti akan membahas mengenai karakteristik mineral batuan yang berada di daerah manifestasi di Desa Tampusu Kecamatan Remboken menggunakan SEM-EDX dan FTIR.

Berikut ini adalah tabel dari sampel batuan yang diperoleh berdasarkan pengamatan langsung pada lapangan didaerah manifestasi Desa Tampusu Kecamatan Remboken.

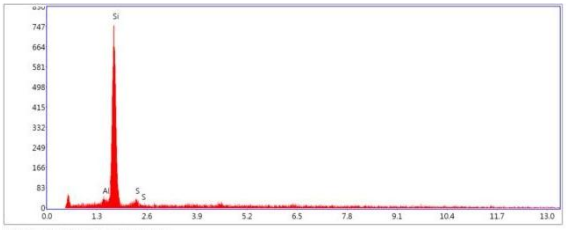
Tabel. 1 Pengumpulan Data

Manifestasi	Sampel Batuan	Koordinat			Warna Batuan
		N	E	Elevasi	
Mata Air Panas	Sampel Batuan I	01 ^{o} 15’04.7	124 ^{o} 49’51.9	871m	Putih Kehijauan
Mata Air Panas	Sampel Batuan II	01 ^{o}15’05.0	124 ^{o}49’52.0	868m	Putih Kekuningan

Dalam penelitian ini kedua sampel mewakili kedua tempat penelitian Sampel 1 dan 2 memiliki koordinat dan elevasi batuan ini mudah didapatkan di lokasi penelitian, dan batuan ini memiliki struktur yang lunak sehingga mudah dihancurkan / dihaluskan untuk proses uji laboratorium.

Hasil Analisis SEM-EDX

A. Sampel Batuan 1



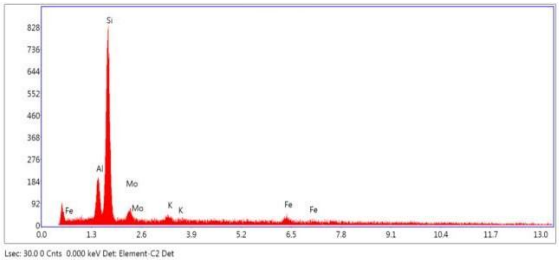
Gambar 2. Spektral Analisis EDX Sampel Batuan 1

Hasil spektral analisis EDX Gambar 2. melihatkan bahwa batuan memiliki kandunga mineral yang beragam.
Puncak puncak merah pada kurva menunjukan kandungan yang terdeteksi, yaitu Al (Alumunium), Si (Silika), S (Sulfur). Persentase dari alat EDX yaitu Al (Alumunium) *Weight* 0,66 % , *Atomic* 0,70 %, Si (Silika) *Weight 88,55* %, *Atomic* 89,72 %, S (Sulfur) *Weight* 10,79 % *Atomic* 9,58%, Fe. Bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis EDX pada Sampel Batuan 1

Element	Weight (%)	Atomic (%)	Error (%)
Al	0,66	0,70	69,32
Si	88,55	89,72	2,63
S	10,79	9,58	21,42

B. Sampel Batuan 2



Gambar 3. Spektral Analisis EDX Sampel Batuan 2

Puncak-puncak kurva menunjukan kandungan mineral yang terkandung antara lain Al (Alumunium), Si (Silika), MoL (Molibdenum), K (Kalium), Fe (Ferum). Dengan masing-masing presentase, Al (Aluminium) *Weight* 10,63 % *Atomic* 12,73 %, Si (Silika) *Weight* 66,21 % *Atomic* 76,19 %, MoL (Molibdenum) *Weight* 13,09 % *Atomic* 4,41 %, K (Kalium) *Weight* 3,39 % *Atomic* 2,81 %, FeK (Besi Kalium) *Weight* 6,68 % *Atomic* 3,87 %. Yang ada pada Tabel 3.

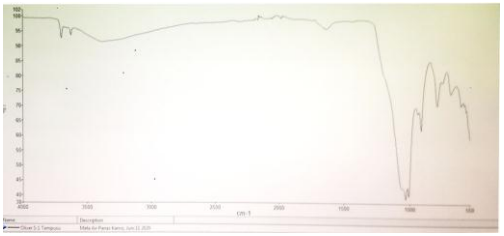
Tabel 3. Hasil Analisis EDX pada Sampel Batuan 2.

Element	Weight (%)	Atomic (%)	Error (%)
Al	10,63	12,73	9,18
Si	66,21	76,19	4,99
MoL	13,09	4,41	24,96
K	3,39	2,81	38,74
Fe	6,68	3,87	36,29

Hasil Analisis FTIR

Pada sampel batuan 1 hasil yang di dapat pertama adalah bilangan gelombang 689,86 cm^{-1} dan transmisi 73,84% merupakan senyawa alkena yang memiliki intensitas yang kuat dengan 793,22cm^{-1} dan transmisi 86,7%.

merupakan senyawa alkena yang memiliki intensitas yang kuat dengan 913,18 cm^{-1} dan transmisi 61,879% merupakan senyawa aromatic yang memiliki intensitas yang kuat dengan 1008,7 cm^{-1} dan transmisi 40,00% merupakan senyawa alkena yang memiliki intensitas yang kuat dengan 1035,8 cm^{-1} dan transmisi 39,65% merupakan senyawa alkena yang memiliki intensitas yang kuat dengan 1634,3 cm^{-1} dan transmisi 95,66% merupakan senyawa alkena yang memiliki intensitas yang kuat dengan 3384,7 cm^{-} dan transmisi 91,687% yang memiliki intensitas yang sedang serta 3622,7 cm^{-1} dan transmisi 93,76% merupakan senyawa fenol¸ monomer dan alkohol dengan intensitas berbeda-beda, bisa dilihat pada Tabel 4.



Gambar 4. Spektra FTIR Sampel Batuan 1

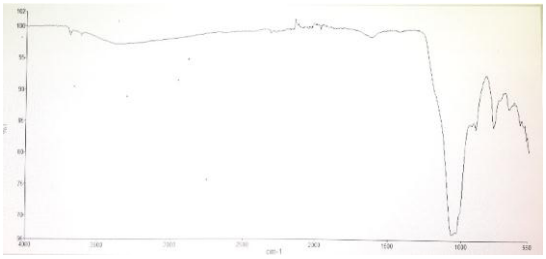
Tabel 4. Hasil Analisis Jenis Mineral Pada Sampel Batuan 1

No	Daerah Serapan Senyawa (cm^{-1})	Jenis Mineral
1	689,86	Quartz
2	793,22	Quartz
3	913,18	Montmonillonitre
4	1008,7	Albite
5	1035,8	Kaolinite
6	1634,3	Paligorskile
7	3384,9	Kaolinite
8	3622,7	kaolinite

Pada sampel batuan 2 hasil pertama yang di dapat adalah bilangan gelombang 739,52 cm^{-1} merupakan senyawa alkena yang memiliki intensitas yang kuat, kemudian bilangan gelombang 686,15 cm^{-1} merupakan senyawa alkena, bilangan gelombang 913,63 cm^{-1}, bilangan gelombang 1082,8 cm^{-1}, bilangan gelombang 1631,3 cm^{-1} serta bilangan gelombang 3394 cm^{-1}, ditunjukkan pada Gambar 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Jenis Mineral Pada Sampel Batuan 2

No	Daerah Serapan Senyawa (cm^{-1})	Jenis mineral
1	739,52	Quartz
2	686,15	Quartz
3	913,63	Gibbsite
4	1082,8	Quartz
5	1631,3	Palygorskile
6	3394	Kaolinite



Gambar 5. Spektra FTIR Sampel Batuan 2

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di lapangan serta studi karakteristik batuan manifestasi panas bumi di sekitar gunung tampusu, maka simpulan yang diambil yaitu:

1. Komposisi jenis mineral teralterasi pada manifestasi panas bumi mata air panas di Desa Tampusu Kecamatan remboken Memiliki kandungan yang hampir sama antara batuan yang berada tempat dimata air panas(tempat keluarnya air) dan yang berjarak beberapa meter dari mata air panas, yaitu Al (Alumunium), Si (Silika), S (Suklur). Dengan perbedaan kandungan unsur yaitu sampel 2 memiliki tambahan unsur Al (Alumunium), Si (Silika), MoL (Molibdenum), K (Kalium), Fe (Ferum).

2. Jenis mineral batuan teralterasi di sekitar manifestasi mata air panas pada sampel batuan 1 dan 2 adalah Quartz, Montmonillonitre, Albite, Kaolinite, Gibbsite dan Palygorskile

DAFTAR PUSTAKA

B., J. P., Patonah, A., & Helmi, F. (2016). Alterasi dan mineral pada batuan Porfiri andesit dan pofiri Granodi

orit di Daerah Cigaber dan sekitarnya Kabupaten Lebak,Provinsi Banten , Vol. 14 No. 1.

Guilbert, G. M., & Park, C. F. (1986). *The Geology Of Ore Deposits.* New York: W.H. Freeman And Company.

Pirajno, F. (1992). *Hydrothermal Mineral Deposits. Principles and Fundamental Concepts for the Exploration.* Berlin.

Saptadji, N. M. (2009). *Lecturer of Geothermal Engineering.* Bandung: Bandung Institut of Technology.

Saptadji, N. M. (2001). Diktat Kuliah Prodi Teknik Perminyakan. *Teknik Panas Bumi* .

Utama, A. P., Dwitanto, S. J., Hikmi, M., & Irsamukti, R. (2012). Proceeding 1st ITB Geothermal Workshop. *Green Field Geothermal System in Java*.

Wenas, D.R., C.A.N. Bujung. 2018. Analysis of mineral composition of alteration rock in warm ground and steaming ground in Lahendong North Sulawesi using SEM-EDX and FTIR. International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7 (4.28) (2018) 364 -367.