

IDENTIFIKASI MINERAL BATUAN PADA DAERAH MANIFESTASI MATA AIR PANAS DI KOYA KECAMATAN TONDANO SELATAN KABUPATEN MINAHASA MENGGUNAKAN SEM-EDX DAN FTIR

Ronaldo B. Rey dan Cosmas Poluakan
Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Manado
naldobrey@gmail.com

ABSTRAK. Kondisi geologi Indonesia memberikan kontribusi nyata akan ketersediaan energi panasbumi di Indonesia, jenis batuan yang ada pada daerah manifestasi berbeda-beda dalam kandungan logam maupun mineralnya. Provinsi Sulawesi Utara merupakan salah satu daerah yang memiliki batuan alterasi yang banyak ditemukan di daerah manifestasi panasbumi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi unsur dan jenis mineral pada batuan yang teralterasi di daerah manifestasi mata air panas Koya Kecamatan Tondano Selatan Provinsi Sulawesi Utara. Metode yang digunakan adalah metode electron beam pada SEM, dan pada EDX menggunakan metode energy dispersive X-ray serta FTIR. Hasil analisis pada SEM-EDX menunjukkan bahwa pada sampel-1 batuan di mata air panas memiliki unsur yang mengandung mineral silika (Si) 30,51 % dan oksigen (O) 69,49 % sedangkan pada sampel-2 oksigen (O) 71,89 %, silika (Si) 15,28 % dan aluminium (Al) 12,83 %. Spektra FTIR sampel-1 dengan bilangan gelombang 778 cm^{-1} dan sampel-2 779 cm^{-1} adalah jenis mineral kuarsa. Hasil ini konsisten dengan analisis SEM-EDX dengan komposisi mineral adalah Silika (Si) dan Oksigen (O).

ABSTRACT. Indonesia's geological conditions make a real contribution to the availability of geothermal energy in Indonesia, the types of rocks that exist in the area of manifestation vary in metal and mineral content. North Sulawesi Province is one of the regions that has alteration rocks which are found in many areas of manifestation of geothermal. The purpose of this study was to determine the composition of elements and types of minerals in altered rocks in the manifestation area of Koya Hot Springs, South Tondano District, North Sulawesi Province. The method used is the electron beam method on SEM, and on EDX uses the energy dispersive X-ray and FTIR methods. The results of the analysis on SEM-EDX showed that in sample-1 the rocks in the hot springs had elements containing 30.51% silica (Si) minerals and 69.49% oxygen (O) while in sample-2 oxygen-O 71,89 %, silica (Si) 15.28 % and aluminum (Al) 12.83%. The FTIR spectra of sample-1 with 778 cm^{-1} and sample-2 779 cm^{-1} wave number are quartz. This result is consistent with SEM-EDX analysis with the mineral composition is Silica (Si) and Oxygen (O).

Keyword : *The rock element composition, SEM-EDX, and FTIR*

Kata Kunci : Komposisi unsur batuan, SEM- EDX dan FTIR.

PENDAHULUAN

Panas Bumi merupakan sumber energi panas yang terbentuk secara alami di bawah permukaan bumi. Sumber energi tersebut berasal dari pemanasan batuan dan air bersama unsur-unsur lain yang dikandung Panas Bumi yang tersimpan di dalam kerak bumi.

Dalam Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2003 tentang panas bumi, disebutkan bahwa geotermal adalah sumber energi panas yang terkandung di dalam air panas, uap air dan batuan bersama mineral ikutan dan gas lainnya yang secara genetik semuanya tidak dapat dipisahkan dalam suatu sistem panas bumi dan untuk pemanfaatannya diperlukan proses penambangan. Panas bumi mengalir secara kontinyu dari dalam bumi menuju kepermukaan yang manifestasinya dapat berupa: gunung berapi, mata air panas, dan geyser.

Komponen sistem panas bumi yang lengkap terdiri dari tiga komponen utama, yaitu adanya batuan reservoir yang *permeable*, adanya air yang membawa panas, dan sumber panas itu sendiri. Komponen-komponen tersebut saling berkaitan dan membentuk sistem yang mampu mengantarkan energi panas dari bawah permukaan hingga ke permukaan bumi. Sistem ini bekerja dengan mekanisme konduksi dan konveksi (Hochstein dan Brown, 2000).

Pemanfaatan energi panas bumi secara umum dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu pemanfaatan langsung dan pemanfaatan tidak langsung. Pemanfaatan langsung yaitu memanfaatkan secara langsung panas yang terkandung pada fluida panas bumi untuk berbagai keperluan, sedangkan pemanfaatan tidak langsung yaitu memanfaatkan energi panas bumi untuk pembangkit listrik. Energi panas bumi merupakan energi panas yang tersimpan di dalam bantuan yang berbeda di bawah permukaan bumi dan terkandung fluida di dalamnya. Energi panas bumi telah banyak dimanfaatkan seperti digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik maupun non listrik.

Bentuk aktifitas panasbumi di suatu daerah/wilayah dapat kita lihat dari adanya kenampakan manifestasi permukaan misalnya: mata air panas, kolam lumpur, solfatara, alterasi batuan dan sebagainya. Untuk tahap pengembangan menjadi penyedia uap panasbumi yang di bisniskan harus ke tahap studi lanjutan yaitu berupa kajian Geologi, Geokimia, dan Geofisika.

Batuan panasbumi didaerah Sulawesi utara memiliki komposisi yang bervariasi antara lain olivine, andesit piroksen, andesit hornblende dan gabro. Batuan ubahan juga dapat dijumpai pada daerah sulawesi utara, biasanya ditemukan disekitar fumarol, mata air panas, tanah beruap dan sebagainya. Banyak batuan yang mengalami perubahan bentuk dan warna akibat aktivitas panasbumi yang terjadi di daerah panas bumi lahendong. Perubahan komposisi merupakan hasil

nyata dari proses reaksi kimiawi antara fluida hidrotermal dengan batuan yang dilewatinya dan menyebabkan terubahnya mineral-mineral primer menjadi mineral ubahan (*alteration minerals*). Ubahan hidrotermal merupakan proses yang kompleks dan melibatkan perubahan mineralogi, kimiawi, serta tekstur. Batuan panasbumi memiliki komposisi yang berbeda pada umumnya, dimana pada daerah sekitar danau linau memiliki perbedaan komposisi batuan dengan lokasi lain. Untuk itu agar mendapat informasi mengenai komposisi batuan di daerah tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul penelitian studi komposisi mineral batuan pada daerah manifestasi panasbumi desa lahendong, sulawesi utara. Suhu tanah sangat bervariasi, sejalan dengan perubahan proses pertukaran energi matahari, terutama melalui permukaan tanah. Fenomena ini berlaku di dalam penampang tanah melalui serangkaian proses yang kompleks. Parameter tanah yang mempengaruhi suhu antara lain kapasitas panas spesifik, penghantar panas, difusivitas panas, serta sumber dan keluaran panas internal pada waktu tertentu.

Keterdapatannya mineral pada batuan sangat beragam, karena proses pembentukannya yang juga berbeda-beda. Namun pada dasarnya, seluruh mineral dan juga batuan yang terbentuk berasal dari magma, dan akhirnya setelah mengalami proses-proses geologi lainnya, maka terbentuk mineral dan batuan tersebut hingga menjadi berbeda-beda. Selain pengertian mineral sebagai pembentuk batuan, mineral juga adalah sebagai pembagi atau pembeda batuan. Sehingga batuan terbagi menjadi tiga bagian berdasarkan komposisi mineral pembentuknya. Selain itu, faktor yang juga menyebabkan perbedaan batuan tersebut adalah komposisi kimia, tekstur dan proses yang menyebabkan mineral itu terbentuk. Hal-hal tersebut juga masih berkaitan dengan mineral-mineral pembentuk batuan. (Sitorus, 2013).

Pada dasarnya batuan dan mineral itu saling berhubungan erat dan tidak akan pernah terpisahkan, kembali mengacu pada Hirarki Geologi, mineral merupakan syarat utama terbentuknya suatu tubuh batuan, dan mineral itu sendiri terbentuk dari kristal-kristal yang berasal dari unsur atom dan senyawa, namun tidak seluruhnya mineral memiliki kristal tergantung genesa atau proses pembentukannya. Batuan yang ada di bumi ini adalah kumpulan dari mineral-mineral. Mineral-mineral tersebut pada proses pembentukannya yang bermacam-macam secara proses geologi tentunya tidak terbentuk sendiri. Mineral-mineral tersebut terbentuk bersama dengan mineral-mineral lainnya yang berasal dari satu sumber yang sama. Oleh karena itu, hanya sedikit jumlah mineral yang mempunyai atau terbentuk dari satu unsur kimia saja. Mineral-mineral pada umumnya mempunyai ikatan kimia antara unsur utamanya dengan unsur-unsur pembentuk lainnya,

kecuali kelas native element. Unsur-unsur pembentuk mineral yang berikatan dengan unsur utama mineral umumnya juga menentukan kelas mineral tersebut. Seperti unsur sulfat, phosfat,

Element	Atomic	Error
O	69,49 %	16,17 %
Si	30,51 %	8,12 %

carbonat dan silika.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji komposisi unsur dan jenis mineral pada batuan yang teralterasi di daerah manifestasi mata air panas Koya Kecamatan Tondano Selatan Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara.

METODE

Pengambilan data dan sampel batuan dikawasan manifestasi panasbumi mata air panas di Koya Kecamatan Tondano Selatan Kabupaten Minahasa. Data yang diambil pada penelitian berupa koordinat, dan sampel yang diambil adalah batuan yang teralterasi berwarna kuning kecoklatan dan abu-abu tua.

Alat dalam penelitian ini menggunakan SEM-EDX (SNE-4500) dan FTIR (Perkin Elmer). Adapun prosedur kerjanya sebagai berikut:

1.Preparasi sampel: Sampel batuan yang sudah haluskan direkatkan pada pemegang sampel (stub), letakan sampel di dalam coating chamber. Preparasi sampel non-konduktif menggunakan sputter coater emas (Au).

2.SEM: Setelah sampel di preparasi menggunakan sputter coater emas, ukur ketinggian sampel dengan menggunakan height guage, buka ruang specimen pada mini SEM, stur ketinggian Z sesuai dengan ketinggian sampel di tambahkan 10 mm, letakan sampel beserta stub di atas dudukan sanpel stub, tutup pintu ruang specimen, tekan tombol exchange untuk menyalakan pompa vakum kemudian tunggu sampai alarm berbunyi dan tombol lampu exchange berhenti berkedip. Selanjutnya gunakan live mode software Mini-SEM atur fokus alat sesuai ketinggian sampel, atur posisi sampel yang ingin dilihat dengan menggunakan sumbu X dan Y, atur perbesaran, atur kontras gambar ambil gambar dan simpan.

3. FTIR: Pengambilan spektrum FTIR, diawali dengan pengambilan data spectrum background, sesudah itu, sampel batuan yang sudah dibuat serbuk diambil spectrum FTIRnya dan dianalisis.

3.Metode yang dilakukan dalam penelitian terdiri dari studi literatur dan analisis laboratorium. Kemudian dilakukan pengolahan data sehingga diperoleh komposisi unsur dan jenis mineral pada daerah manifestasi panasbumi mata air panas di Koya Kecamatan Tondano Selatan.

a. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan mencakup studi literatur dan studi lapangan untuk melihat kondisi geologi daerah

penelitian, mengambil koordinat serta lokasi pengambilan sampel batuan.

b. Proses Pengamatan

Proses pengamatan dilakuan untuk memilih lokasi batuan yang akan diambil untuk mewakili batuan pada daerah manifestasi mata air panas di Koya Kecamatan Tondano Selatan Kabupaten Minahasa.

c. Uji Laboratorium

Sampel yang telah diambil selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk mengetahui komposisi unsur dengan menggunakan SEM-EDX, dan untuk mengetahui jenis mineral digunakan FTIR.

Mani- festasi	Sampel batuan	Koordinat			Warna Batuan
		N	E		
Mata air panas	Batuan I	276600	889372		Kuning kecokelatan
Mata air panas	Batuan II	277498	889472		Abu- abu tua

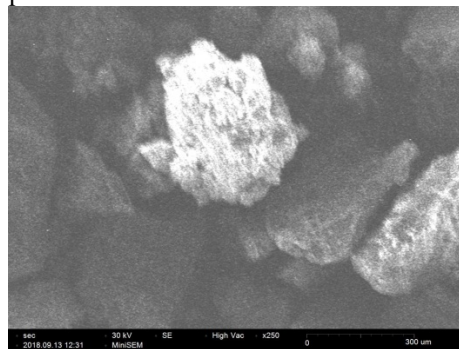
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data sampel batuan yang diperoleh dari lokasi penelitan di Koya :

Tabel 1. Data Pengamatan

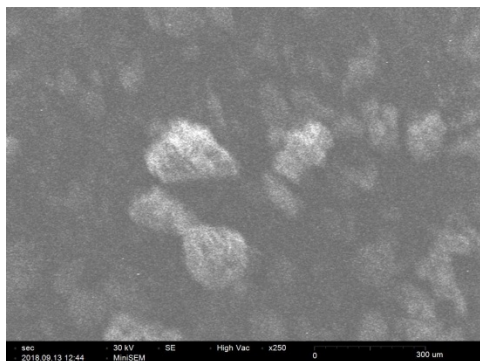
Berikut adalah hasil analisis SEM pada sampel batuan di Koya:

Sampel 1



Gambar 1. Hasil SEM pada batuan-1
Tabel 2. Hasil Analisis EDX pada Sampel Batuan 1

Sampel 2



Gambar 2. Hasil SEM pada batuan-2
Tabel 3. Hasil Analisis EDX pada Sampel Batuan 2

Element	Atomic	Error
O	71,89 %	10,16 %
Si	15,28 %	9,89 %
Al	12,83 %	9,06 %

Analisis SEM

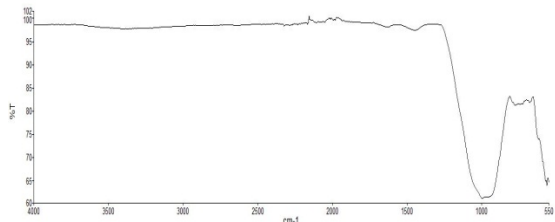
Pada analisa SEM batuan mata air panas di Koya Kecamatan Tondano Selatan dilakukan perbesaran 250 kali. Dapat dilihat dalam perbesaran tersebut bentuk butiran tidak beraturan atau acak, ada yang berbentuk segitiga, heksagonal, kubik dan sebagainya. Unsur yang terkandung pada batuan tidak homogen.

Analisis EDX

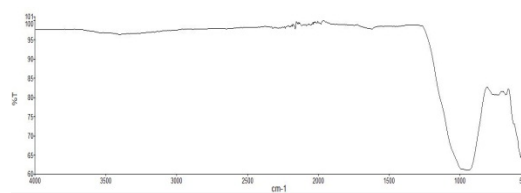
Hasil yang diperoleh pada batuan-1 ialah oksigen (O) dan silica (Si), dengan persentase O 69,49% dan Si 30,51% dengan O yang mendominasi. Pada batuan-2 terdapat O, Al, Si dengan persentase kandungan O 71,89%, Al 12,83%, dan Si 15,28%. Hasil dari EDX kandungan O dan kandungan Si terdapat pada kedua sampel yang di uji. Pada sampel batuan-2 terdapat kandungan yang tidak dimiliki pada batuan-1, dimana pada batuan-2 terdapat kandungan aluminium (Al) yang disebabkan dari ubahan hidrothermal/interaksi fluida dengan batuan.

Analisis FTIR

Hasil analisis laboratorium dari batuan manifestasi mata air panas di Koya Kabupaten Tondano Selatan di laboratorium fisika material Universitas Negeri Manado menggunakan alat Spektroskopi FTIR, diperoleh:



Gambar 3. Spektrum FTIR batuan-1



Gambar 4. Spektrum FTIR batuan-2

Dari Gambar 3 spektrum FTIR batuan-1 dan Gambar 4 Spektrum FTIR batuan-2, diperoleh bahwa spektra FTIR sampel-1 dengan bilangan gelombang 778 cm⁻¹ dan sampel-2 779 cm⁻¹ adalah jenis mineral kuarsa dengan rumus kimia SiO₂. Hasil ini konsisten dengan hasil analisis SEM-EDX dengan komposisi mineral adalah unsur Silika (Si) dan Oksigen (O).

KESIMPULAN

1. Daerah manifestasi panas bumi mata air panas yang berada di Koya Kecamatan Tondano Selatan Kabupaten Minahasa memiliki karakteristik unsur mineral batuan dengan komposisi pada sampel-1 yaitu Oksigen (O) 69,49% dan Silika (Si) 30,51%, dan sampel-2 Oksigen (O) 71,89 % dan Silika (Si) 15,28%, Aluminium (Al) 12,83%.
2. Jenis mineral di daerah manifestasi panas bumi mata air panas yang berada di Koya Kecamatan Tondano Selatan Kabupaten Minahasa adalah kuarsa (SiO₂).

DAFTAR PUSTAKA

Djauhari N. 2009 : Mineral dan Batuan.Indonesia

Dudi H., S. Widodo, E. Mulyadi. 2012. *Sistem Panasbumi Daerah Candi UMBUL-TELOMOYO Berdasarkan Kajian Geologi dan Geokimia*: Bandung. Buletin Sumber Daya Geologi Volume 7 No. 1 Tahun 2012.

Eko S., D. Sarah, A. Yuliyanti. 2013. *Pengaruh Lempung Ekspansif Terhadap Potensi Amblesan Tanah Di Daerah Semarang*.Semarang ISSN 0125-9849. Ris Geo.Tam Vol. 22, No.2 Tahun 2013.

Handayani A.1996. *Aplikasi SEM-EDAX Untuk Karakterisasi Bahan Super Konduktor*. Bandung; Institut Teknologi Bandung, ISSN 0216-3128.

Herdianita, N.R dan Johnedy S. (2012): Geothermal –Hydrothermal System and Surface Manifestations.

Nuha D. A.*SEM (Scanning Electron Microscopy) Dalam Pemantauan Proses Oksidasi*

Magnetite Menjadi Hematite. Bandung; Institut Teknologi Nasional, ISSN 1693-3168.

- Naibaho R. 2015. *Karakteristik Debu Vulkanik Erupsi Gunung Sinabung Dengan Metode XRD dan SEM-EDX*. Medan; Universitas Sumatera Utara.
- Rudimayardi. (2012, Oktober 5). Pemanfaatan Energi Panas Bumi. Retrieved Sitorus, Y. S. (2013, 08 19). Hubungan Batuan Dan Mineral.
- Saptadji N. M. 2001. *Teknik Panasbumi*. Bandung; Institut Teknologi Bandung.
- Sri Indarto. 2006. *Studi Batuan Vulkanik dan Batuan Ubahan Pada Lapangan Panasbumi Gendongsongo*. Jawa tengah, jilid 16 No. 1 Tahun 2006
- Suptiyanto S. 2009. *Energi Panasbumi*. Jakarta; Universitas Indonesia, Edisi 1.
- Sutiko B, U. Hartono. 2006. *Potensi Sumber Daya Geologi Di Daerah Cekungan Bandung Dan Sekitarnya*. Bandung. Pusat survey geologi. Jurnal geologi Indonesia Vol.1 No.1 Maret 2006.
- 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. Vol. 7 (4.28). IJET