

ALTERASI HIDROTHERMAL DI LAPANGAN PANAS BUMI X, LAMPUNG

Santy Liesdayanty^{1*}, Euis Tintin Yuningsih¹, Agus Didit Haryanto¹, Dewi Gentana¹

¹Fakultas Teknik Geologi UNPAD, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor, 45363

*Korespondensi: santypy@gmail.com

ABSTRAK

Daerah penelitian terletak di lapangan panas bumi X, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Daerah ini dipengaruhi oleh Sistem Sesar Sumatra berarah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya. Studi alterasi hidrotermal pada Sumur SL2 dilakukan dengan metode petrografi terhadap 7 sampel serbuk bor dan 2 batuan inti. Metode petrografi digunakan untuk mengetahui mineral-mineral hidrotermal sebagai indikator temperatur dan fluida hidrotermal. Litologi daerah penelitian tersusun atas andesit (800-902 m), breksi vulkanik (902-1202 m), dan tuf (1202-1265 m). Batuan-batuan tersebut telah teralterasi sedang (40%) - kuat (53%). Temperatur daerah penelitian diperkirakan mencapai >240°C dengan ditemukan mineral hidrotermal indikator temperatur tinggi, yaitu *incipient* epidot (200-250°C) dan wairakit (220-310°C). Fluida panas bumi kemungkinan berupa fluida klorida netral karena terdapat mineral yang stabil pada kondisi netral-basa seperti klorit, epidot, dan wairakit. Zona hilang sirkulasi pada kedalaman 1264-1809 m mengindikasikan adanya permeabilitas baru yang disebabkan oleh struktur daerah penelitian. Hal ini menyebabkan fluida menjadi sedikit asam akibat air kondensat yang masuk ke sistem hidrotermal melalui media rekahan, yang ditandai dengan mineral serisit pada kedalaman 1810,36 m.

Kata kunci : Alterasi Hidrotermal; Epidot; Fluida; Temperatur

ABSTRACT

The geothermal field is located in the Tanggamus District, Lampung. The field place at the Great Sumatra Fault System, the major fault trend are NW-SE and NE-SW. Hydrothermal alteration minerals from well SL2 consist of 7 cuttings and 2 core samples analysed with petrography. Petrography analysis method used to understand alteration minerals as temperature and hydrothermal fluids indicator. The lithologies of well in the research area are andesite (800-902 m), volcanic breccia (902-1202 m), and tuff (1202-1265 m). The lithologies has moderately-strong altered. Estimation temperature in the research area estimated >250°C based on indicator high temperature such as incipient epidote (200-250°C) and wairakit (220-310°C). Geothermal fluids are neutral chloride because of stability minerals at neutral condition such as chlorite and epidote. Loss circulation zone at 1264-1809 m indicated new permeability caused by structure in the research area. The fluid change to slightly acid due to condensate water into the hydrothermal system from fracture characterised by an abundance sericite minerals at 1809-1810,36 m.

Keywords: Alteration Hydrothermal; Epidote; Fluids; Temperature

1. PENDAHULUAN

Daerah penelitian secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung terletak 50 km sebelah baratlaut Kota Bandar Lampung (Suharno dan Browne, 2003). Daerah ini

dipengaruhi oleh Sistem Sesar Sumatra berarah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya. Tatanan tektonik Pulau Sumatra terbentuk dari interaksi dua lempeng, yaitu Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Tumbukan yang terjadi antara dua

lempeng tektonik tersebut membentuk jajaran pegunungan barisan deretan gunungapi di sepanjang Pulau Sumatra (Rahma, 2016) yang mengindikasikan potensi sumber energi panas bumi. Panas bumi berkaitan erat dengan alterasi hidrothermal. Suatu lapangan panas bumi diproduksi secara maksimal apabila telah diketahui sistem panas bumi diantaranya berdasarkan mineral alterasi hidrothermal. Alterasi hidrothermal merupakan perubahan pada tekstur, mineralogi, dan komposisi kimia dari suatu batuan yang diakibatkan oleh aktivitas fluida hidrothermal (Hochstein dan Browne, 2000). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mineral-mineral alterasi hidrothermal sebagai indikator temperatur dan fluida hidrothermal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Geologi Daerah Penelitian

Panas bumi X dipengaruhi oleh Sistem Sesar Sumatra. Sesar tersebut membentuk Pengunungan Bukit Barisan. Pengunungan Bukit Barisan merupakan jajaran gunung yang membentang dari Aceh (utara) sampai Lampung (selatan). Daerah panas bumi X dikelilingi oleh Gunung api antara lain Gn. Tanggamus, Gn. Kabawok, Gn. Korupan, Gn. Rindingan, Gn. Sula, dan Gn. Kukusan Masdjuk (1990) (dalam Suharno dan Browne, 2000) mengklasifikasikan litologi kedalam unit stratigrafi produk dari aktivitas vulkanisme (Tabel 1) terdiri dari kompleks granodiorit, Andesit Tua, dan Gn. Kabawok piroklasik yang terletak disebelah tenggara daerah penelitian. Gn. Korupan Piroklastik yang terletak disebelah timurlaut. Komplek Gn. Rindingan yang terletak di sebelah utara dan baratlaut dan Gn. Kukusan basaltik lava di sebelah selatan. Di antara Gn. Kukusan basaltik andesit lava dan Gn. Sula andesit lava terdapat tuf batuapung. Kompleks Gn. Duduk dasit lava terletak di tengah-tengah daerah penelitian. Sampel yang digunakan merupakan sampel Sumur SL2. Sumur SL2 memiliki elevasi 850 m terletak pada kompleks Gn. Rindingan tersusun dari

andesit, breksi vulkanik, dan tuf. Panas bumi X memiliki nilai anomali gravitasi yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa lapangan panas bumi X terletak pada graben (Suharno dan Browne, 2000).

3. METODE

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk bor dan batuan inti yang berasal dari sumur SL2. Pada penelitian ini serbuk bor diambil mulai dari kedalaman 800-1202 m dengan interval 100 m, sehingga terdapat 5 sampel serbuk bor. Sampel inti bor diambil dari kedalaman 1264-1265 m dan 1809-1810,35 m. Studi alterasi dilakukan dengan metode petrografi terhadap 5 sampel serbuk bor dan 2 sampel inti bor.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Litologi

Berdasarkan deskripsi litologi dari serbuk bor dan inti bor, litologi tersusun atas andesit (800-902 m), breksi vulkanik (902-1202 m), dan tuf (1202-1265). Zona hilang sirkulasi saat pengeboran pada kedalaman 1265-1809 mengindikasikan adanya permeabilitas baru akibat struktur daerah penelitian (Sari, 2014). Pada kedalaman 1809-1810,36 m tersusun oleh tuf. Batuan pada sumur SL2 umumnya memiliki intensitas alterasi sedang-kuat (40-53%)(Browne, 1991). Litologi tuf memiliki intensitas alterasi kuat (50-53%). Andesit dan breksi vulkanik relatif teralterasi sedang (40-49%). Litologi dengan permeabilitas baik memiliki tingkat alterasi yang tinggi.

4.2 Tipe Alterasi

Mineral hidrothermal muncul sebagai mineral pengganti, mengisi rongga, dan mengisi urat. Tipe alterasi daerah penelitian berdasarkan Browne (1984), yaitu :

1. Pengendapan Langsung (*Open Space Filling*)

Tipe alterasi hidrothermal ini sangat umum dijumpai pada mineral hidrothermal di lapangan panas bumi. Fluida memerlukan jalur untuk bergerak seperti kekar, sesar, rongga, dan celah (Gambar 1). Mineral mengisi ruang kosong pada batuan mencerminkan proses yang terjadi pada fluida yang tersirkulasi pada sistem tersebut, seperti pendidihan, pendinginan dan perubahan pH. Tipe alterasi ini hadir pada lapangan X sebagai pengisi rongga dan rekahan (urat). Mineral sekunder hadir sebagai *direct deposition* terdiri dari kalsit dan klorit.

2. Penggantian (*replacement*)

Tipe alterasi hidrothermal ini dicirikan dengan mineral primer yang tidak stabil pada lingkungan geothermal, sehingga digantikan oleh mineral-mineral baru yang lebih stabil (lihat Gambar 1). Mineral sekunder hadir sebagai *replacement* terdiri dari epidot, klorit, kalsit, kalsedon, wairakit, oksida besi, serisit, dan mineral lempung.

4.3 Mineralogi

Mineral-mineral alterasi yang terdapat di sumur SL2 adalah epidot, wairakit, klorit, kuarsa, kalsedon, kalsit, mineral lempung, pirit, dan oksida besi. Pada kedalaman 1265-1809 m tidak terdapat mineral alterasi disebabkan oleh serbuk bor (*cutting*) yang tidak keluar atau zona hilang sirkulasi. Kelimpahan mineral alterasi pada sumur SL2 terlihat pada Tabel 2. Mineral yang hadir pada sumur SL2, antara lain :

- **Epidot** ditemukan melimpah pada kedalaman 1001 m. Epidot hadir sebagai mineral pengganti plagioklas dan mineral mafik.
- **Wairakit** ditemukan pada kedalaman 1264-1265 m. Wairakit hadir sebagai mineral pengganti plagioklas.
- **Klorit** ditemukan sebagai mineral pengganti plagioklas, mengubah massadasar, dan mengisi rongga. Klorit hadir pada setiap kedalaman.

- **Serisit** ditemukan pada kedalaman 1002 m hingga ke bawah. Serisit hadir mengubah massadasar.
- **Kuarsa** ditemukan sebagai mineral pengganti dan memiliki tekstur *mosaic*. Kuarsa ditemukan pada setiap kedalaman.
- **Kalsedon** ditemukan sebagai mineral pengganti. Kalsedon ditemukan pada kedalaman 800 m dan 1202 m
- **Mineral lempung** diidentifikasi hanya menggunakan metode petrografi. Mineral lempung memiliki warna cokelat, pleokroisme rendah, hadir mengubah massadasar dan plagioklas. Mineral lempung tersebut diperkirakan sebagai smektit.
- **Kalsit** ditemukan sebagai mineral pengganti plagioklas dan mengisi rongga. Kalsit hadir pada setiap kedalaman.
- **Pirit** ditemukan pada setiap kedalaman dan tersebar di dalam massadasar.
- **Oksida besi** ditemukan pada setiap kedalaman. Oksida besi diperkirakan hematit hadir mengubah massadasar dan plagioklas.

4.4 Temperatur

Mineral kalk-silikat umumnya digunakan sebagai indikator temperatur (Sari, dkk., 2014). Mineral kalk-silikat yang hadir pada sumur SL2 adalah *incipient* epidot dan wairakit. *Incipient* epidot merupakan epidot yang pertama kali terbentuk. Pada sayatan tipis sumur penelitian dicirikan oleh warna hijau kecokelatan dan bentuk kristal tidak sempurna (Reyes, 1990). *Incipient* epidot umumnya muncul pada temperatur 200-250°C. Wairakit umumnya muncul pada temperatur 220-310°C. Berdasarkan mineral kalk-silikat temperatur daerah penelitian diperkirakan mencapai >240°C.

4.5 Fluida Hidrothermal

Kehadiran mineral pada fluida netral ditunjukkan dengan kumpulan mineral netral yang terbentuk yaitu epidot, wairakit, dan klorit (Reyes, 2000). Fluida sedikit asam ditunjukkan dengan melimpahnya mineral serisit berasal dari air kondensat yang masuk ke sistem hidrothermal melalui media rekahan sehingga mineral serisit melimpah pada kedalaman 1809-1810,36 m. Hal tersebut dipengaruhi oleh zona hilang sirkulasi yang terjadi pada kedalaman 1265-1809 m akibat struktur daerah penelitian.

5. KESIMPULAN

Mineral kalk-silikat dapat digunakan sebagai indikator temperatur. Temperatur pada Sumur SL2 diperkirakan mencapai >240°C dengan ditemukan mineral epidot dan wairakit. Fluida hidrothermal yang terbentuk pada Sumur SL2 diperkirakan fluida netral dan sedikit asam dicirikan dengan kehadiran mineral epidot, wairakit, klorit, dan serisit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan pada PT. Pertamina Geothermal Energy dan Pertamina Upstream Data Center (PUDC) atas izin yang diberikan untuk pengolahan data. Terimakasih juga pada pembimbing tugas akhir atas arahan selama penulisan

DAFTAR PUSTAKA

Rahma, Afifah. 2016. Strukur Mendatar Sesar Semangko. Sumedang : Program Studi Geofisika, Universitas Padjadjaran

Browne, R.P.L., 1984. *Hydrothermal Alteration Lecture Notes*, Geothermal Institute, University of Auckland, New Zealand

Browne, R.P.L., 1991. *Hydrothermal Alteration and Geothermal System*, The University of Aucland, New Zealand

Hochstein, M.P., and Browne P.R.L., 2000, *Surface Manifestation System with Volcanic Heat Sources*. Encyclopedia of Volcanoes, Academic Press, p 835-853.

Masdjuk. 1900. *Laporan Geologi Daerah Way Panas dan Ulubelu, Lampung Selatan*. PT. Pertamina Geothermal Energy. Tidak diterbitkan.

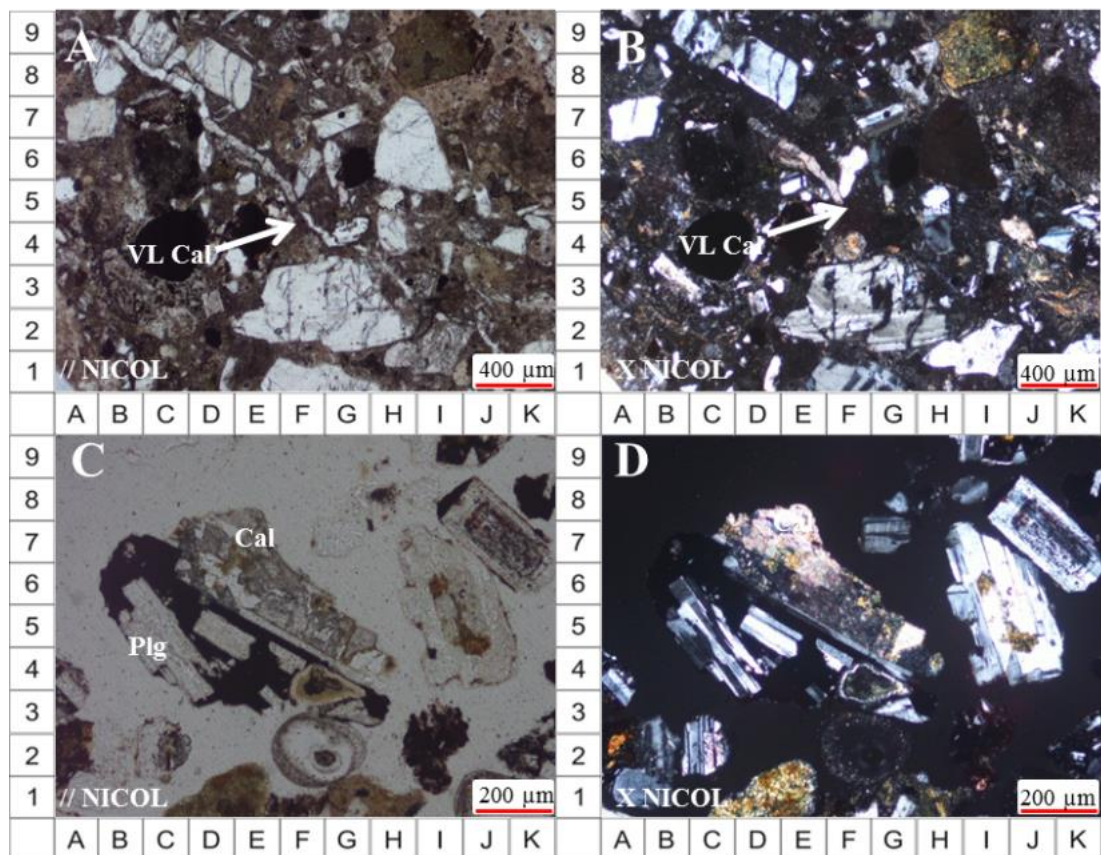
Reyes, A.G., 1990. *Petrology of Philippine Geothermal System and The Application of Alteration Mineralogy to their Assessment*. United Nations University, Geothermal Training Programme : Reykjavanik.

Reyes, A.G., 2000. *Petrologi and Mineral Alteration in Hydrothermal System : From Diagenesis to Volcanic Catatrophes*. United Nations University, Geothermal Training Programme, Reykjavanik.

Sari, I.W.A., Vandani, C.P.K, Mulyaningsih, E., Warmada, I.W., Utami P., Yunis, Y., 2014. Studi Alterasi Hidrothermal Bawah Permukaan Lapangan Panas Bumi “Beta”, Ambon dengan Metode Petrografi, *Prosiding Seminar Nasional Kebumian Ke-7*, Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Suharno and Browne, P.R.L., 2000. *Subsurface Hydrothermal Alteration at The Ulubelu Geothermal Field, Lampung, Southern Sumatra, Indonesia*, Stanford University : California.

Suharno, P.R.L. Browne, S. Soengkono, and Sayogi Sudarman. 2003. *Hydrothermal Clay Mineraks in The Ulubelu Goothermal Field, Lampung, Indonesia*. New Zealand Geothermal, p 95-100.



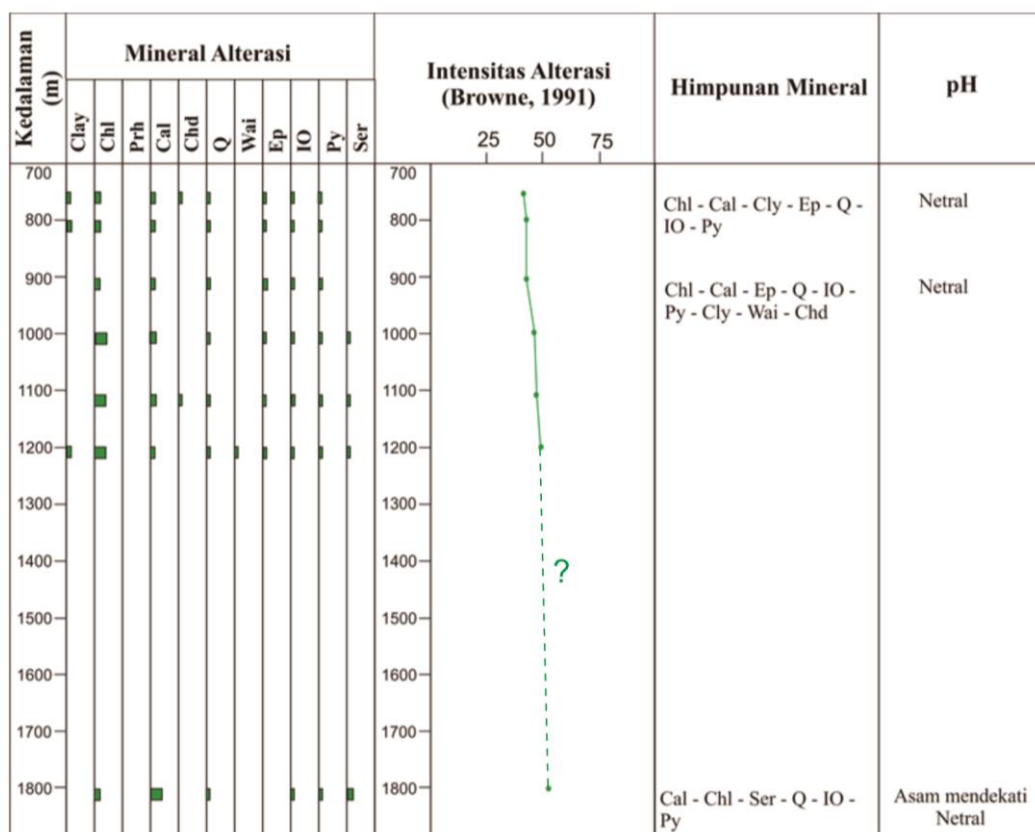
Gambar 1. A,B) Kenampakan nikol sejajar dan nikol bersilang, klasit (F4) mengisi *veinlet* merupakan tipe alterasi pengendapan langsung (*Open Space Filling*) (Sumur SL2, 1264-1265 m) (atas); C,D) Kenampakan nikol sejajar dan nikol bersilang, kalsit (E7) mengganti plagioklas merupakan tipe alterasi penggantian (*replacement*)

Cal : Kalsit, Chl : Klorit, Cly : Mineral Lempung, Plg : Plagioklas

Tabel 1. Stratigrafi daerah panas bumi X (Masdjuk (1990) dalam Suharno dan Browne 2000))

	AGE (My)	LITHOLOGY
Holocene	0.0023- 0.006	Alluvium and surficial alteration
Pleistocene	1.40	Mt. Korupan pyroclastics
	1.41	Mt. Rindingan pyroclastics
	1.41	Mt. Rendingan andesite lavas
	1.75	Mt. Kabawok pyroclastics
Pleistocene /Pliocene	1.41- 3.94	Lake Ulubelu complex
Pliocene	3.39	Mt. Duduk dacite lavas
	3.94	Mt. Kukusan basaltic lavas
	4.50 ?	Mt. Sula andesite lavas Pumice-tuff
Miocene	14.67	Granodiorite and older andesites

Tabel 2. Log Alterasi Sumur SL2



KELIMPAHAN MINERAL

- : <5% dari keseluruhan sampel sayatan tipis
- : 5% - 10% dari keseluruhan sampel sayatan tipis
- : 10% - 15% dari keseluruhan sampel sayatan tipis
- : 15% - 20% dari keseluruhan sampel sayatan tipis
- : 20% - 25% dari keseluruhan sampel sayatan tipis

KETERANGAN

Clay = Mineral Lempung; Chl = Klorit; Prh = Prehnit;
 Cal = Kalsit; Chd = Kalsedon; Q = Kuarsa; Wai =
 Wairakit; Ep = Epidot; IO = Oksida Besi; Py = Pirit; Ser =
 Serisit