

UNSURTANAH JARANG (RARE
EARTH ELEMENT)
SEBAGAI INDIKATOR PROSES
HIDROTHERMAL DI DAERAH
PANAS BUMI PARANGTRITIS
YOGYAKARTA

by Dwi Fitri Yudiantoro

Submission date: 12-Jun-2019 03:51PM (UTC+0700)

Submission ID: 1142863060

File name: 6_1_jan_18_REE.pdf (2.52M)

Word count: 3564

Character count: 24596

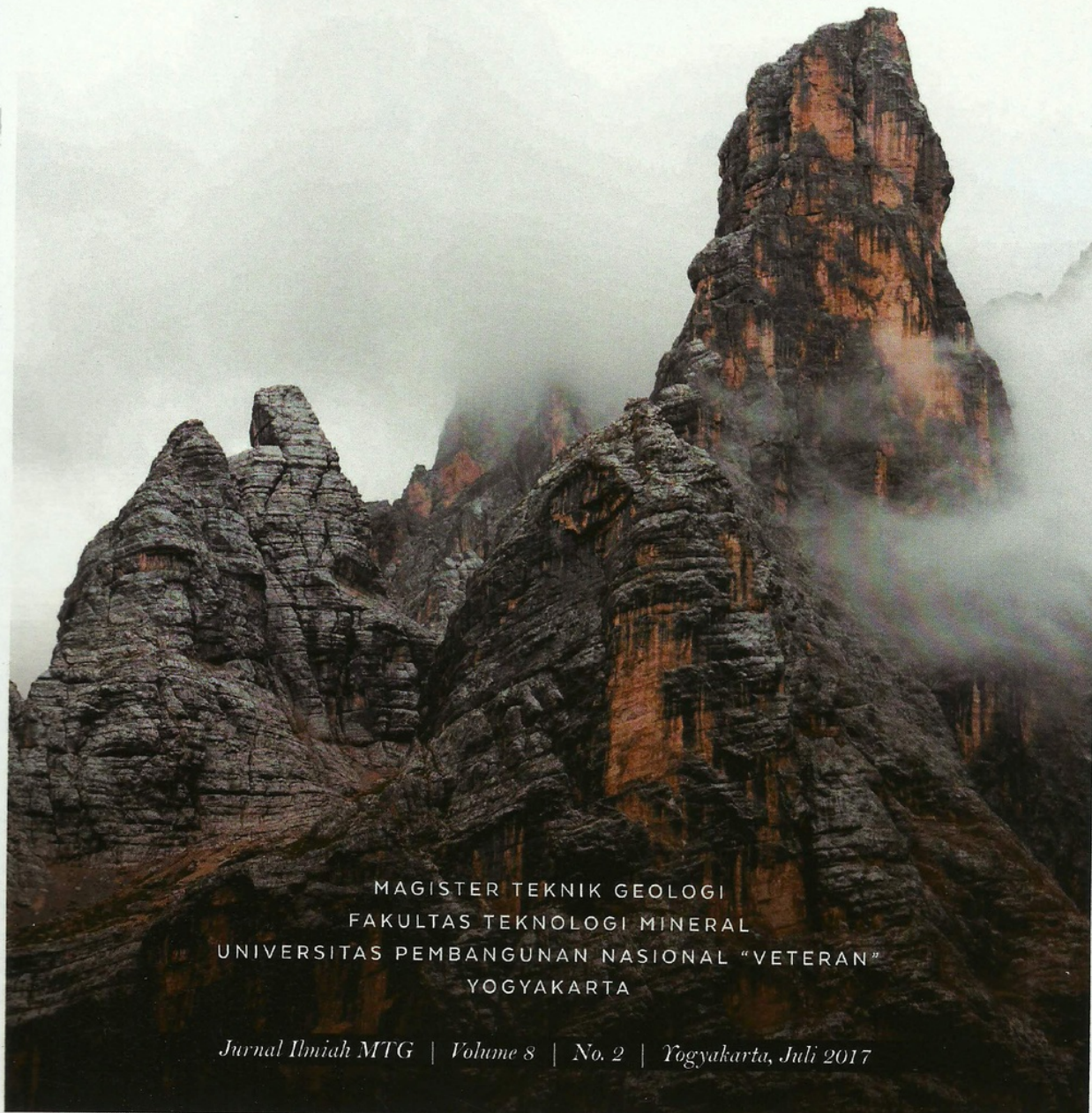
MTG2017



ISSN 1979-0090

MTG

JURNAL ILMIAH MAGISTER TEKNIK GEOLOGI



MAGISTER TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA

Jurnal Ilmiah MTG | Volume 8 | No. 2 | Yogyakarta, Juli 2017

DAFTAR ISI

PERUBAHAN KETINGGIAN MUKA AIR LAUT DAN IKLIM PURBA BERDASARKAN ANALISIS MIKROPALEONTOLOGI PADA SATUAN BATUGAMPING FORMASI JAYAPURA DAERAH JAYAPURA DAN SEKITARNYA KOTA JAYAPURA PROVINSI PAPUA Angelina Majesty Randa, C. Danisworo, Achmad Subandrio	2
FASIES BATUBARA BERDASARKAN KANDUNGAN MASERAL PADA FORMASI MUARA ENIM DI DESA AMPELU KECAMATAN MUARA TAMBESI KABUPATEN BATANG HARI PROVINSI JAMBI Andrew Beryll Brand Zadrach Rumbewas, Basuki Rahmad, M Syaifuddin	13
INTERPRETASI JENIS-JENIS URAT KUARSA BERDASARKAN ANALISIS STRUKTUR DI DAERAH TEGALOMBO DAN SEKITARNYA, KABUPATEN PACITAN, PROVINSI JAWA TIMUR Leonardo Damanik, Heru Sigit Purwanto, Sutarto.....	25
PARAGENESA MINERAL BIJIH DAERAH TEGALOMBO DAN SEKITARNYA, KABUPATEN PACITAN, PROVINSI JAWA TIMUR Meriana G. M. Harahap, Heru Sigit Purwanto, Sutarto	40
POTENSI PANASBUMI DAERAH SONGGORITI-GUNUNG KAWI, KOTA BATU, KABUPATEN MALANG, PROVINSI JAWA TIMUR BERDASARKAN ANALISIS GEOLOGI DAN GEOKIMIA Wido Makatita, Sutanto, Agus Harjanto	54
KONTROL STRUKTUR TERHADAP MODEL URAT KUARSA PEMBAWA MINERAL SULFIDA DI KALI MOJO, PACITAN, JAWA TIMUR Fredy, C. Prasetyadi, Sutanto	69
UNSUR TANAH JARANG (<i>RARE EARTH ELEMENT</i>) SEBAGAI INDIKATOR PROSES HIDROTHERMAL DI DAERAH PANASBUMI PARANGTRITIS YOGYAKARTA DF. Yudiantoro	83

**UNSUR TANAH JARANG (*RARE EARTH ELEMENT*) SEBAGAI INDIKATOR PROSES
HIDROTHERMAL DI DAERAH PANASBUMI PARANGTRITIS YOGYAKARTA**

Oleh:

DF. Yudiantoro

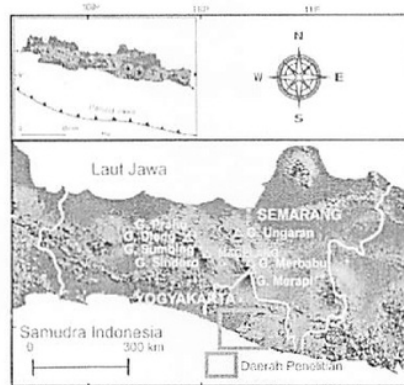
Jurusan Teknik Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta

ABSTRAK

Mata air panas di Parangwedang Parangtritis merupakan produk dari manifestasi panasbumi gunungapi Tersier. Busur gunungapi Tersier (Paleosen hingga Oligo-Miosen) ini di daerah penelitian berafinitas kalk-alkalin yang terbentuk pada lingkungan tektonik busur kepulauan. Sedangkan pembentukan air panas ini akibat proses hidrotermal yang berlangsung dari pembentukan gunungapi Tersier hingga sekarang. Proses hidrotermal tersebut melibatkan unsur kimia yang menghasilkan mineral ubahan, sehingga penelitian bertujuan untuk mempelajari unsur tanah jarang (REE: rare earth element) sebagai indikator proses hidrotermal akibat interaksi antara fluida hidrotermal dengan batuan. Metodologi analitik yang dilakukan pada penelitian ini adalah petrografi dan geokimia (ICP-MS/ Induced Coupled Mass Spectrometry). Analisis dilakukan terhadap basalt piroksen terubah, andesit piroksen terubah dan air panas. Hasil analisis menunjukkan bahwa batuan vulkanik terubah tersebut membentuk mineral ubahan klorit, kalsit, mineral opa, kalsedon (struktur colloform banding) dan kuarsa. Proses interaksi fluida dengan batuan ditunjukkan oleh pola dari unsur tanah jarang, seperti anomali negatif Eu, Nd dan anomali positif Gd. Proses tersebut berlangsung pada temperatur sekitar 100oC atau hasil penghitungan geothermometer air panas diperoleh temperatur bawah permukaan sebesar 80oC. Penelitian mengenai interaksi batuan dengan fluida berdasarkan unsur tanah jarang di daerah ini belum dilakukan oleh peneliti sebelumnya, sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data informasi untuk peneliti berikutnya.

PENDAHULUAN

Daerah penelitian yang terletak di Parangtritis, Kabupaten Bantul, Propinsi DIY dan daerah ini terletak kurang lebih 25-30 km sebelah selatan kota Yogyakarta, serta merupakan daerah pariwisata pantai pesisir dari Samudera Hindia. Secara tektonik Parangtritis terletak dekat dengan jalur subduksi aktif Jawa bagian selatan, yaitu zona tumbukan antara Lempeng Samudera Hindia-Australia. Akibat dari tumbukan lempeng tersebut terbentuk jalur gunungapi Tersier dan mata air panas Parangwedang di Parangtritis. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari unsur tanah jarang (REE: *rare earth element*) sebagai indikator proses hidrotermal yang terjadi di lapangan panasbumi Parangtritis (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.

METODOLOGI

Penelitian ini mempelajari mengenai proses hidrotermal di daerah panasbumi pada busur gunungapi Tersier berdasarkan studi REE dari sampel batuan vulkanik dan fluida hidrotermal. Komposisi REE tersebut dapat menjelaskan tentang proses geokimia fluida hidrotermal yang terkait dengan aktivitas zona subduksi. Untuk melakukan penelitian ini digunakan metodologi analisis petrografi dan geokimia. Analisis petrografi dilakukan terhadap 4 sampel batuan beku, sedangkan untuk analisis geokimia dilakukan terhadap 2 sampel batuan beku dan 1 sampel air panas. Analisis petrografi untuk menjelaskan struktur, tekstur, komposisi mineral, afinitas magma dan lingkungan tektonik, sedangkan analisis unsur tanah jarang (REE) dari sampel air dan batuan vulkanik menggunakan metode ICP-MS/ *Induced Coupled Mass Spectrometry*. Analisis geokimia untuk menjelaskan komposisi kimia batuan, air panas, geothermometer serta proses interaksi batuan-fluida pada proses hidrotermal.

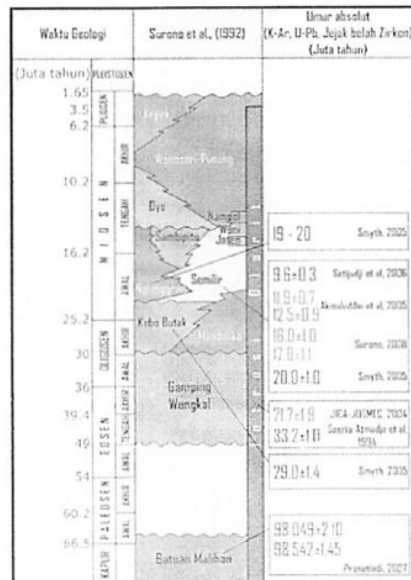
Selain menggunakan analisis data primer, penelitian ini juga menggunakan data sekunder dari hasil kajian pustaka. Penelitian ini merupakan penelitian yang berbeda dari peneliti sebelumnya di daerah penelitian, sehingga dengan hasil analisis data baik primer maupun sekunder tersebut diharapkan dapat lebih memberikan informasi mengenai proses hidrotermal di daerah penelitian.

HASIL

Geologi daerah penelitian

Daerah penelitian terletak pada busur magmatik Tersier yang merupakan hasil dari tumbukan lempeng benua Asia dengan lempeng samudra Indo-Australia dan tumbukan ini berlangsung hingga sekarang. Di Pulau Jawa busur magmatik ini membujur berarah barat-timur dan membentuk morfologi gunungapi purba di bagian selatan Pulau Jawa. Beberapa peneliti telah mempelajari geologi daerah ini, seperti: Bothe (1929), Bemmelen (1949), Sartono (1964), Raharjo dkk. (1977), Nahrowi dkk. (1979), Pringgoprawiro dan Riyanto (1987), Samodra dan Sampurno (1989), Soeria-Atmadja dkk. (1991, 1994), Surono dkk. (1992), Samodra dkk. (1992), dan sebagainya. Masing-masing penelitian memberikan kontribusi keilmuan yang berbeda, seperti stratigrafi Pegunungan Selatan bagian timur diajukan oleh Sartono (1964) dan Pringgoprawiro (1982), sedangkan tatanan stratigrafi di daerah peralihan antara bagian barat dan timur diusulkan oleh Samodra dan Sampurno (1989), sedangkan peta geologi disusun oleh Raharjo dkk. (1977).

Daerah Parangtritis menurut Surono dkk. (1992), disusun oleh Formasi Nglanggran yang terdiri dari batuan breksi vulkanik, intrusi diorit, andesit, lava basalt dan andesit. Formasi Nglanggran berumur Tersier dan merupakan hasil produk letusan gunungapi. Menurut Soeria-atmadja dkk. (1991, 1994) aktivitas gunungapi formasi tersebut berumur mulai dari Paleosen ($58,58 \pm 3,24$ jt) hingga Oligo-Miosen ($33,15 \pm 1,00$ jt - $24,25 \pm 0,15$ jt). Gunungapi ini berafinitas tholeitik-kalk alkalin Hartono (2000). Di atas formasi ini diendapkan Formasi Wonosari yang tersusun oleh batugamping yang menutupi secara tidak selaras formasi batuan yang berada di bawahnya dan akhir dari urutan stratigrafi ini adalah endapan pantai yang berumur Kuartar yang terdiri dari endapan aluvial pasir pantai dan endapan aluvial sungai Kali Opak.



Gambar 5. Stratigrafi Pegunungan Selatan, Jawa Tengah (Surono dkk. 1992) dan penarikan umur absolut menurut peneliti terdahulu.

BATUAN VULKANIK

Petrografi

Analisis petrografi dilakukan terhadap 4 sampel batuan vulkanik meliputi lava basalt piroksen terubah (N1, N 41 dan N 42) dan andesit piroksen terubah (N 42.2).

Basalt piroksen terubah

Basalt piroksen terubah sebagai lava yang secara mikroskopis memperlihatkan struktur scoria dengan tekstur hipokristalin, porfiritik, intergranular. Fenokris (75-80%) berukuran 0,2-1,2 mm terdiri dari plagioklas, piroksen, olivin dan mineral opa. Fenokris tertanam dalam masadasar gelas vulkanik dan mikrolit plagioklas. Intensitas ubahan lemah-kuat (5-80%), mineral ubahan terdiri dari klorit, kalsit, mineral opak, kalsedon dan kuarsa. Mineral ubahan tersebut mengganti baik fenokris dan masadasar.

Plagioklas hadir 47-55% memperlihatkan tidak berwarna dan hadir sebagai fenokris dan masadasar. Bentuk plagioklas prismatic panjang, subhedral-anhedral yang berukuran 0,2-1,2 mm. Plagioklas menunjukkan kembaran albit dan pada mikrolit

memperlihatkan jenis Labradorit (An_{55}). Beberapa plagioklas tergantikan oleh kalsit, klorit, mineral opak dan kuarsa.

Piroksen (augit), hadir sekitar 15% sebagai fenokris dan masadasar. Bentuk piroksen sebagai fenokris adalah subhedral-anhedral atau prismatic pendek. Beberapa fenokris diinklusi oleh mineral opak. Mineral ini beberapa diantaranya digantikan oleh kalsit dan klorit.

Olivin hadir 5-8% sebagai fenokris dan masadasar. Fenokris berbentuk subhedral-anhedral atau granular/equant. Hadir pula klorit menggantikan sebagian olivin.

Mineral Opak, hadir sekitar 5%, hadir pada masadasar bersama dengan mikrolit plagioklas dan beberapa menginklusi fenokris piroksen. Hadir pula sebagai mineral ubahan menggantikan fenokris dan masadasar.

Gelas vulkanik, hadir sekitar 20-25%, berukuran sangat halus. Gelas vulkanik hadir bersama mikrolit plagioklas membentuk tekstur intergranular. Sebagai masadasar sebagian digantikan oleh klorit, kalsit dan mineral opak.

Andesit piroksen terubah

Andesit piroksen hadir sebagai lava yang secara mikroskopis memperlihatkan struktur skoria dengan tekstur hipokristalin dan intergranular. Fenokris (75%) berukuran 0,2-1,2 mm terdiri dari plagioklas, piroksen dan mineral opak. Fenokris tertanam dalam masadasar gelas vulkanik dan mikrolit plagioklas. Batuan ini mengalami ubahan hidrotermal dengan tingkat ubahan sedang (30%) dengan mineral ubahan yang hadir adalah klorit, mineral opak, kalsedon dan kuarsa. Mineral ubahan ini menggantikan fenokris dan masadasar.

Plagioklas hadir 55% memperlihatkan tidak berwarna dan hadir sebagai fenokris dan masadasar. Bentuk plagioklas prismatic panjang, subhedral-anhedral yang berukuran 0,2-1,2 mm. Plagioklas menunjukkan kembaran albit dan pada mikrolit memperlihatkan jenis Andesin (An_{49}). Plagioklas sebagian tergantikan oleh klorit.

Piroksen (augit), hadir sekitar 15% sebagai fenokris dan masadasar. Bentuk piroksen sebagai fenokris adalah subhedral-anhedral atau prismatic pendek. Beberapa fenokris diinklusi oleh mineral opak. Beberapa fenokris piroksen tergantikan oleh klorit.

Mineral Opaq, hadir sekitar 5%, hadir pada masadasar bersama dengan mikrolit plagioklas dan beberapa menginklusi fenokris piroksen. Sebagaimana mineral opaq sebagai mineral sekunder menggantikan beberapa fenokris dan masadasar.

Gelas vulkanik, hadir sekitar 25%, berukuran sangat halus dan bersama mikrolit plagioklas membentuk tekstur intergranular. Di beberapa tempat, dijumpai masadasar yang tergantikan oleh klorit, kuarsa dan kalsedon.

Secara petrografis bahwa sampel batuan vulkanik daerah Parangtritis mempunyai tekstur porfiritik kuat dengan kehadiran fenokris di dalam batuan sekitar 75-80%. Karakteristik tersebut menurut Ewart (1982) dan Wilson (1989) menunjukkan bahwa batuan vulkanik daerah penelitian secara tektonik terbentuk pada busur kepulauan. Fenokris (75-80%) tersebut terdiri dari plagioklas (47-55%), piroksen (15%) dan mineral opaq sekitar 5%. Sedangkan menurut Hughes (1982) menjelaskan bahwa batuan vulkanik dengan kandungan mineral tersebut termasuk berafinitas kalk-alkaline. Dengan demikian berdasarkan hasil analisis petrografi bahwa batuan vulkanik daerah penelitian terbentuk pada lingkungan tektonik busur kepulauan yang berafinitas kalk-alkaline pada umur Tersier (Paleosen hingga Oligo-Miosen).

Dari hasil analisis petrografi terhadap sampel batuan ubahan yang diamati, diperoleh mineral klorit, kalsit, mineral opak, kalsedon (struktur *colloform banding*) dan kuarsa. Klorit dan kalsedon dengan struktur *colloform banding* terbentuk pada temperatur sekitar 100°C (Reyes, 1990, Inou, 1995).

UNSUR TANAH JARANG (RARE EARTH ELEMENT/REE)

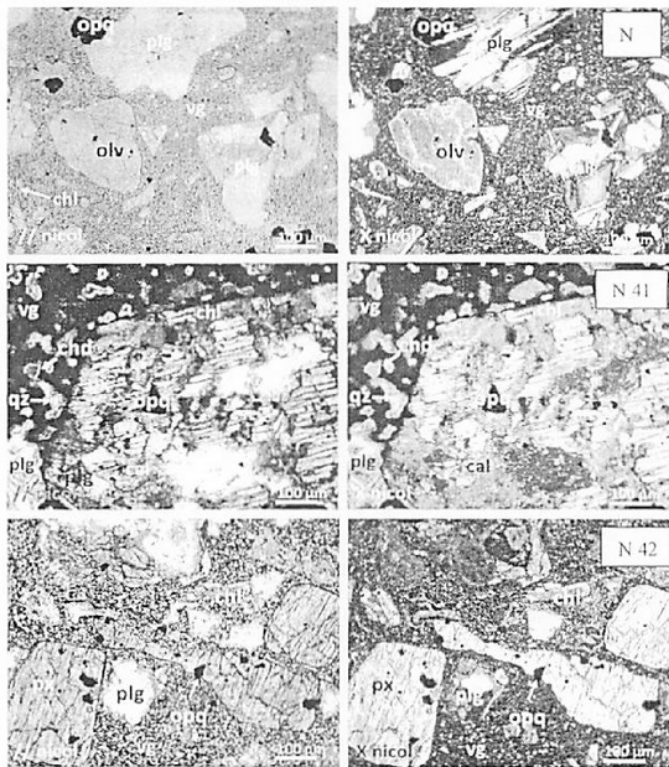
REE batuan vulkanik

Analisis unsur tanah jarang daerah penelitian dilakukan terhadap 2 sampel lava basalt piroksen terubah (nomer sampel P1) dan andesit piroksen terubah (nomer sampel P42.2) dan dibandingkan pula dengan hasil analisis batuan vulkanik dari Formasi Andesit Tua yang telah dilakukan oleh Sutanto (2003) dan Baharudin dan Permanadewi (2012). Hasil analisis REE batuan vulkanik terubah Parangtritis dan batuan vulkanik Formasi Andesit Tua tersebut kemudian di plot pada diagram semi logaritma normalisasi unsur tanah jarang dari Sun dan McDonald (1989) dan perajahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

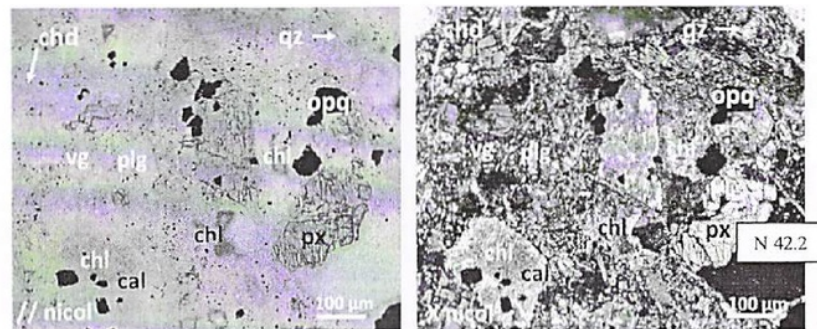
Hasil perajahan tersebut menunjukkan bahwa batuan vulkanik terubah Parangtritis dan batuan vulkanik Formasi Andesit Tua terhadap kenaikan nomer atomnya, maka terlihat bahwa kelompok batuan vulkanik tersebut memperlihatkan pola penurunan relatif dari arah unsur tanah jarang ringan 1-200 kali kondrit pada

unsur La, Ce, Pr, Nd, Sm (*light rare earth element* = LREE) dan berangsur ke arah unsur tanah langka lebih berat (*heavy rare earth element* = HREE) hingga 0,6-10 kali kondrit pada unsur Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb dan Lu.

Anomali negatif Eu pada batuan vulkanik Formasi Andesit Tua terlihat pada diagram tersebut, hal ini menunjukkan bahwa selama diferensiasi magma telah terjadi ekstraksi plagioklas, sehingga pada larutan sisa magma terjadi pengurangan unsur Eu demikian pula pendapat dari Hartono dan Sulistiyawan (2010). Sedangkan pada kelompok batuan vulkanik terubah Parangtritis menunjukkan anomali positif Eu. Hal ini menunjukkan bahwa mineral plagioklas pada batuan vulkanik terubah Parangtritis telah mengalami ubahan menjadi klorit.



Gambar 3. Memperlihatkan foto sayatan petrografi dari batuan basalt piroksen terubah, terlihat mineral plagioklas (plg), piroksen (px), olivin (olv), mineral opa (opq) dan masadasar (vg). Mineral plagioklas, piroksen, olivine dan masadasar telah mengalami ubahan hidrotermal diganti oleh mineral sekunder. Keterangan: kalsit (cal), mineral opa (opq), klorit (chl), kalsedon (chd) dan kuarsa (qz).



Gambar 4. Memperlihatkan foto sayatan petrografi dari batuan andesit piroksen terubah. Beberapa mineral mineral piroksen (px), plagioklas (plg) dan masadasar (vg) digantikan oleh mineral sekunder. Keterangan: kalsit (cal), mineral opa (opa), klorit (chl), kalsedon (chd) dan kuarsa (qz).

Tabel 2. Hasil analisis REE dari batuan vulkanik terubah Parangtritis dan batuan vulkanik Formasi Andesit Tua dari beberapa peneliti.

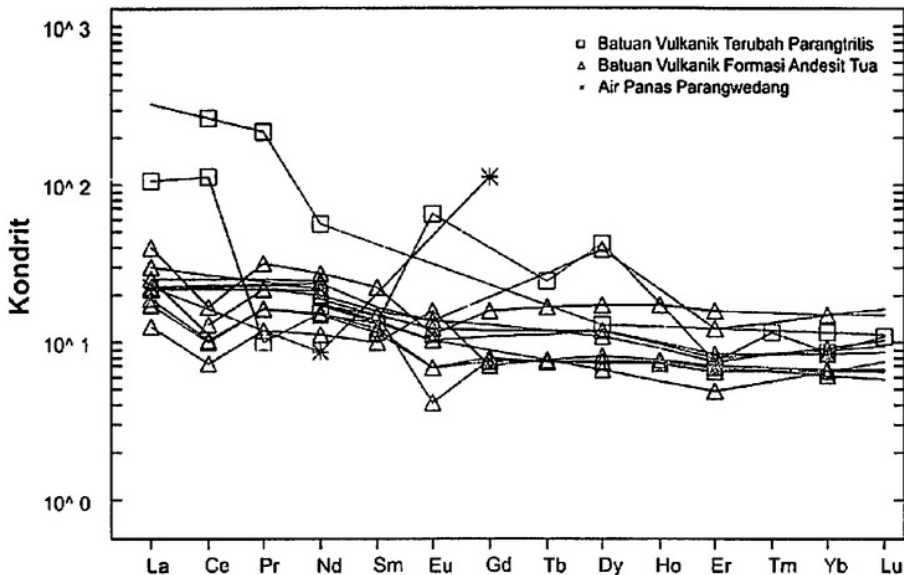
SAMP L	BATUAN VULKANIK TERUBAH PARANGTRITIS					BATUAN VULKANIK FORMASI ANDESIT TUA									AIR PANAS
	P1	P41	P42	P42.2	PC3 4	05JK5 8	05JK5 7	05JK52 A	05JK4 5	PC1	PC3	PC7	PC1 4	PC3 4	
La	21,3 2			2,86	6,09	4,13	9,34	4,44	3,01	5,20	5,30	7,00	5,10	6,00	5,36
Ce	58,3 2	162,4 0	171,2 0	113,6 0		6,05	10,28	6,21	4,44						
Nd	6,23	26,32	28,81	23,05	1,09	7,17	12,85	6,94	5,26	11,0 0	11,0 0	10,3 0	10,0 0	11,5 0	400
Eu	3,23				0,80	0,40	0,63	0,40	0,93	0,60	0,70	0,60	0,80	0,50	
Tb	0,79					0,28	0,63	0,28	0,29						
Yb	1,25	1,96	1,96	1,88	2,51	1,11	2,58	1,13	1,14	1,52	1,45	1,10	1,58	2,51	
Lu	0,24														
Sm	1,73					1,89	3,46	1,78	1,54						
Gd						1,61	3,23	1,55	1,44						23,00
Pr	0,81	20,62	23,66	15,74		1,57	2,97	1,56	1,14						
Dy	9,32	3,26	3,51	4,35	3,80	1,91	4,42	1,92	2,05	3,00	3,00	1,70	2,80	9,80	
Ho						0,41	0,97	0,41	0,44						
Er	1,08				2,00	1,09	2,62	1,09	1,18	1,31	1,40	0,80	1,25	2,00	
Tm	0,25														

Keterangan: PC 1-34 (Sutanto, 2003), 05JK (Baharudin dan Permadewi, 2012).

Geokimia air panas

Hasil analisis REE terhadap sampel air panas Parangwedang kemudian diplot pada diagram laba-laba normalisasi kondrit dari Sun dan McDonald (1989) yang dibandingkan dengan batuan vulkanik terubah Parangtritis dan batuan vulkanik Formasi Andesit Tua menunjukkan kecenderungan berpola sama. Pola REE air panas berada di dalam wilayah arah umum dari pola kelompok batuan vulkanik terubah Parangtritis dan batuan vulkanik Formasi Andesit Tua. Demikian pula sampel air panas Parangwedang juga mempunyai pola anomali negatif pada unsur Nd dan namun pada unsur Gd mempunyai anomali positif. Kandungan unsur Gd yang lebih tinggi dibandingkan dengan unsur Gd dari batuan vulkanik terubah Parangtritis, hal

ini dimungkinkan bahwa air panas fluida hidrothermal tersebut bercampur dengan air laut.



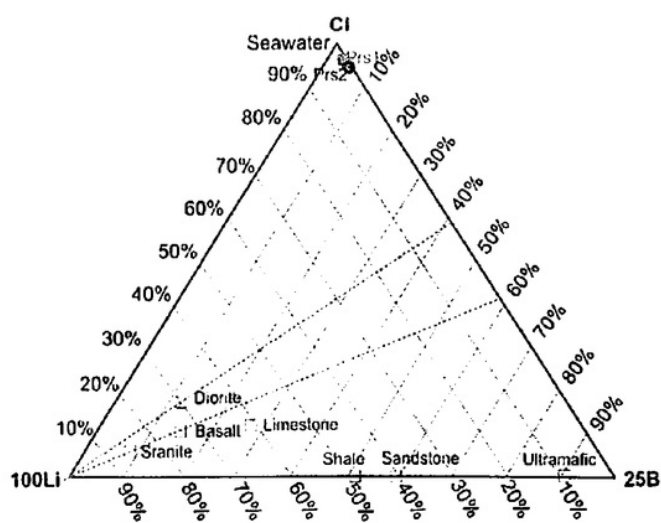
Gambar 5. Digram laba-laba normalisasi kondrit dari Sun dan McDonald (1989) dari batuan vulkanik terubah Parangtritis, batuan vulkanik Formasi Andesit Tua dan air panas Parangwedang (air yang disaring). Pada batuan vulkanik terubah Parangtritis menunjukkan konsentrasi lebih tinggi unsur La dan Ce dibandingkan dengan batuan vulkanik Formasi Andesit Tua.

Namun menurut German dkk. (1990), Bau dan Dulski (1999), Sherrell dkk. (1999) REE tidak berperilaku konservatif selama pencampuran air laut. Geokimia air panas mempunyai pH netral (7,49-7,7) dengan kandungan unsur Cl (7.291,06-7.025,61 mg/L), Li (0 mg/L) dan B (7,71 -8,25 mg/L). Hasil plot unsur tersebut pada diagram segitiga Cl-Li-B (Giggenbach, 1988) menunjukkan bahwa sampel air panas Parangwedang berasal air laut (Gambar 6) yang berjenis air klorida (Gambar 9) dengan konsentrasi Cl sekitar 7.025,61-7.291,06 mg/L. Selain hal itu dari hasil penghitungan geothermometer air panas diperoleh temperatur bawah permukaan sebesar 80°C. Seperti yang disajikan pada pada Gambar 7, diagram segitiga Na-K-Mg (Giggenbach, 1988) yang diperoleh dari hasil plot unsur Na (2.470,59-2.117,65 mg/L), K (0 mg/L) dan Mg (11,62-15,10 mg/L). Berdasarkan diagram piper memperlihatkan bahwa, mata air panas daerah penelitian (Gambar 9) sebagai tipe: Na-Ca-Cl yang

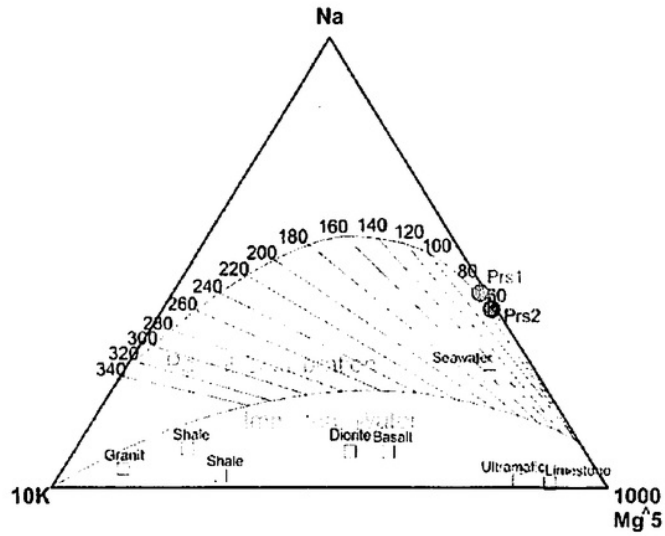
menyiratkan bahwa Na dan Ca adalah kation dominan di mata air panas daerah penelitian.

Table 2. Analisis kimia air panas Parangwedang (Idral dkk., 2003).

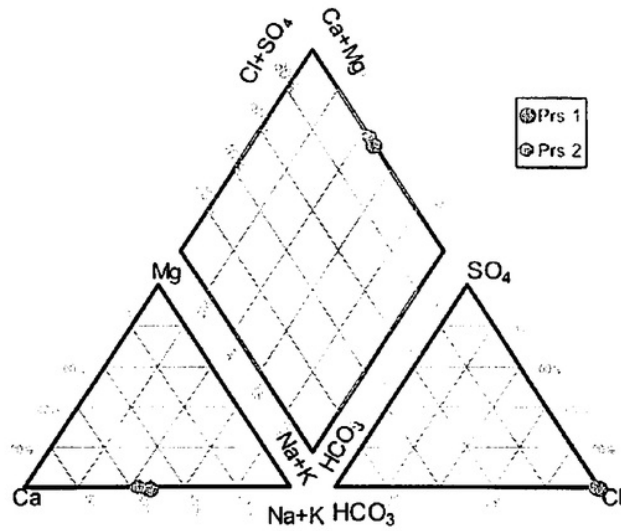
	Sampel	
	Psr 1	Psr 2
T (°C)	43,00	28,20
pH	7,5-7,7	7,49
DHL/EC	17.750	18.110
SiO ₂	62,25	67,68
B	7,71	8,25
Al ³⁺		
Fe ³⁺		
Ca ²⁺	2.450,98	2.433,55
Mg ²⁺	11,62	15,10
Na	2.470,59	2.117,65
K		
Li		
As ³⁺		
NH ⁴⁺	5,10	5,27
F	2,00	2,00
Cl	7.291,06	7.02,61
SO ₄		
HCO ₃		
CO ₃		



Gambar 6. Plot sampel air panas Parangwedang pada diagram Cl-Li-B. Air panas daerah penelitian berasal dari air laut.



Gambar 7. Estimasi temperatur bawah permukaan menggunakan diagram segitiga Na-K-Mg. Sampel air mempunyai temperatur 80°C.



Gambar 8. Klasifikasi unsur kimia air panas sesuai dengan diagram Piper dan Giggenbach (1988).

Pengaruh *host-rock*

Kegiatan post magmatik menghasilkan fluida hidrotermal dan selanjutnya fluida tersebut berinteraksi dengan batuan. Hasil interaksi tersebut dapat tercermin dari perubahan secara mineralogi dan kimia dari batuan maupun fluida hidrotermal. Secara kimia diperlihatkan oleh perubahan unsur, seperti unsur REE yang dapat menjelaskan interaksi antara air dan batuan (Wood, 2004). Unsur REE merupakan unsur yang relatif tidak bergerak (*immobile*) dalam kondisi hidrotermal, sehingga dengan memahami konsentrasi REE dari fluida panasbumi dapat menjelaskan proses ubahan (Torres-Alvarado, dkk., 2007). Wood (2004) mengungkapkan, bahwa konsentrasi REE di fluida mendekati netral hingga sedikit alkalin *chloride-bicarbonate* umumnya cukup rendah (10^{-3} - 10^{-7} kali kondrit, yaitu, kurang dari beberapa bagian per miliar (ppb) menjadi kurang dari beberapa persepuluh bagian per triliun (ppt)). Air asam sulfat dengan pH <4 memiliki konsentrasi REE agak lebih tinggi ($0,1$ - 10^{-3} kali kondrit, sampai beberapa persepuluh bagian per juta (ppm)). Fluida hidrotermal mengambil unsur REE batuan melalui reaksi suhu tinggi (Michard dkk., 1983, Klinkhammer dkk., 1994), sehingga dalam proses pencucian menunjukkan bahwa REE dalam fluida berasal dari mineral alterasi. Dengan demikian unsur REE dapat mencerminkan proses silisifikasi, chloritization, dan epidotization yang terjadi dalam sistem panasbumi (Bach dan Irber, 1998, Shibata dkk., 2006).

Batuan vulkanik terubah Parangtritis pada Gambar 5 terlihat berpola anomali positif Eu, hal ini Eu sedang terkonsentrasi pada klorit yang menggantikan plagioklas. Sementara itu pertukaran kristal-kimia antara fenokris plagioklas dengan air laut berada pada zona reaksi tersebut (Klinkhammer dkk., 1994). Fluida panasbumi yang bertanggung jawab atas perubahan hidrotermal ini bersuhu 100°C . Sehingga konsentrasi La dan Ce relatif lebih tinggi pada batuan vulkanik yang terubah dibandingkan dengan LREE lainnya. Sedangkan untuk REE berat (HREE) relatif menunjukkan penurunan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Program Hibah Bersaing Dikti 2016 yang telah memberikan fasilitas untuk melakukan penelitian. Ucapan terimakasih juga untuk BPPTK-Badan Geologi untuk melakukan analisis geokimia air dan Laboratorium Petrografi Jurusan Teknik Geologi, UPN "Veteran", Yogyakarta yang telah memberikan sarana dan prasarana pengamatan sayatan tipis.

KESIMPULAN

Jenis batuan vulkanik daerah penelitian meliputi lava basalt piroksen terubah dan andesit piroksen terubah. Batuan mengalami ubahan hidrotermal yang

menghasilkan mineral klorit, kalsit, mineral opak, kalsedon (struktur *colloform banding*) dan kuarsa. Mineral ubahan tersebut terbentuk pada temperatur sekitar 100°C dan hasil penghitungan geothermometer air panas diperoleh temperatur bawah permukaan sebesar 80°C.

Anomali negatif Eu menunjukkan bahwa selama diferensiasi magma telah terjadi pembentukan plagioklas, kemudian plagioklas mengalami ubahan hidrothermal menjadi klorit terjadi anomali positif Eu. Konsentrasi La dan Ce relatif lebih tinggi pada batuan vulkanik yang terubah dibandingkan dengan LREE lainnya di lain pihak unsur REE berat (HREE) relatif menunjukkan penurunan. Demikian halnya anomali negatif Nd dan anomali positif Gd akibat interaksi batuan dengan fluida hidrothermal. Fluida panasbumi yang bertanggung jawab atas perubahan hidrothermal ini bersuhu 100°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharudin dan Permanadewi, S., 2012 : Indikasi Batuan Adakit di Pacitan Jawa Timur, *Jurnal Sumberdaya Geologi*, vol.22, No.4, Desember 2012, 209-215.
- Bau M. dan Dulski P., 1999 : Comparing yttrium and rare earths in hydrothermal fluids from the Mid-Atlantic Ridge: implications for Y and REE behaviour during near-vent mixing and for the Y/Ho ratio of Proterozoic seawater. *Chem. Geol.* 155, 77-90.
- Bemmelen, van, R.W., 1949 : *The Geology of Indonesia*, IA, Government Printing Office, Martinus Nijhoff, The Hague, 792 p.
- Bothe, A. Ch. D., 1929 : *Djiwo Hills and Southern Range*, Fourth Pacific Sci. Congr. Exc. Guide, 1929, 14 p.
- Browne, P.R.L., 1978 : Hydrothermal Alteration in Active Geothermal Fields, *Earth Planet Set*, 229-250.
- Browne, P.R.L., and Brown, K.L., 1996 : *Geothermal Technology: "Teaching the Teachers" Course Stage III*, ITB Bandung Indonesia-University Auckland.
- Corbett, G.J., and Leach, T.M., 1998 : *Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration and Mineralization*: Society of Economic Geologists Special Publication Number 6, 237 p.
- Ewart, 1982 : *The Mineralogy and Petrology of Tertiary Recent Orogenic Volcanic Rocks: with Special Reference to the Andesitic-Basaltic Compositional Range*. In *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks*, R.S. Thorpe (ed.), Chichester Wiley, 26-87.
- Geggenbach, W.H., 1988 : Geothermal Solute Equilibria Deviation of Na-K-Mg-Ca Geo-indicator, *Geochemica Acta* 52.

- Hartono, G., 2000 : Studi Gunungapi Tersier: Sebara Pusat Erupsi dan Petrologi di Pegunungan Selatan Yogyakarta, Thesis Magister, ITB Bandung, 167 pp.
- Hartono, U. dan Sulistyawan, R.I.H., 2010 : Origin of Cretaceous High Magnesian Andesite from Southeast Kalimantan, *Journal of Geological Resources*, vol.20, No.5: 261-276.
- Hughes, C.J., 1982 : *Igneous Petrology*, Elsevier, Amsterdam, 551 pp.
- Idral, A., Suhanto, E., Sumardi, E., Kusnadi, D., and Situmorang, T., 2003 : *Penyelidikan Terpadu Geologi, Geokimia dan Geofisika Daerah Panas Bumi Parangtritis Daerah Istimewa Yogyakarta*, Kolokium Hasil Kegiatan Inventarisasi Sumber Daya Mineral-DIM, p.1-351.
- Inou, 1995 : Formation of Clay Minerals in Hydrothermal Environments, In: Bruce Velde (ed) *Origin and Mineralogy of Clay*, Springer-Verlag, 334 p.
- German C. R., Livermore R. A., Baker E. T., Bruguier N. I., Connelly D. P., Cunningham A. P., Morris P., Rouse I. P., Statham P. J. and Tyler P. A., 2000 : Hydrothermal plumes above the East Scotia Ridge: an isolated high-latitude back-arc spreading centre. *Earth Planet. Sci. Lett.* 184, 241–250.
- Klinkhammer G. P., Elderfield H., Edmond J. M. and Mitra A. (1994) Geochemical implications of rare earth element patterns in hydrothermal fluids from mid-ocean ridges. *Geochim. Cosmochim. Acta* 58, 5105–5113.
- Nahrowi, T.Y., Suratman, Kamida, S., and Hidayat, S., 1979 : *Geologi Pemetaan Pegunungan Selatan Jawa Timur, Bagian Explorasi*, PPTMGS "LEMIGAS" Cepu, 56 p.
- Nicholson, K., 1993 : *Geothermal Fluids Chemistry and Exploration Techniques*, Springer-Verlag, 263 p.
- Pringgoprawiro, H., 1982 : *Revisi Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara dan Paleogeografinya*, Disertasi Doktor, Departemen Geologi ITB.
- Pringgoprawiro, H. dan Riyanto, B., 1987 : *Formasi Andesi Tua Suatu Revisi*, Bandung Inst.Technologi, Dept.Geol.Contr., 1-29.
- Wartono Raharjo, Sukandarrumidi dan Rosidi. (1977). *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa, Bandung: Direktorat Geologi*.
- Inoue A., 1995 : Formation of Clay Minerals in Hydrothermal Environments, In: Bruce Velde (ed) *Origin and Mineralogy of Clay*, Springer-Verlag, 334 p.
- Samodra, H. dan Sampurno, 1989 : *Tinjauan tatanan stratigrafi dan tektonik Pegunungan Selatan Jawa Timur antara Pacitan –Ponorogo*, P3G, Bandung.
- Samodra, H., Gafoer, S., dan Tjokrosaputro, S., 1992 : *Peta Geologi Lembar Pacitan Jawa, skala 1: 100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.

- Sartono, S., 1964: Stratigraphy and Sedimentation of The Eastern Most Part of Gunung Sewu (East Java), Publikasi Teknik-Seri Geologi Umum No.1, Direktorat Geologi Bandung.
- Sherrell R. M., Field M. P. and Ravizza G. (1999) Uptake and fractionation of rare earth elements on hydrothermal plume particles at 9_ 450N, East Pacific Rise. *Geochim. Cosmochim. Acta* 63, 1709–1722.
- Soeria-Atmadja, R., Suparka, M.E., dan Yuwono, Y.S., 1991 : Quaternary Calc-Alkaline Volcanism in Java with Special Reference to Dieng and Papandayan-Galunggung Complex. *Proc. International Conference Volcanology and Geothermal Technology, IAGI-Bandung.*
- Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C, Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M., dan Priadi, B., 1994: Tertiary Magmatic Belts in Java. *Journal of Southeast Asia and Petrology*, 9, 13-27.
- Surono, Toha, B., dan Sudarno., 1992 : Peta Geologi Lembar Surakarta–Giritontro, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Surono., Toha, B., Sudarno, I., Wiryosujono, S., 1992 : Stratigrafi Pegunungan Selatan, Jawa Tengah P3G-Ditjen GSM Dept. Pertambangan, Bandung.
- Surono, 2009 : Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah, Publikasi Khusus Geologi Pegunungan Selatan Bagian Timur, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Geologi, Pusat Survei Geologi. Bandung.
- Sutanto, 2003 : Batuan Volcanic Tersier di daerah Pacitan dan sekitarnya, *Majalah Geologi Indonesia*, vol. 18, No. 2: 159-167.
- Torres-Alvarado, I.S, Pandarinath, K., Verma, S. P., and Dulski, P., 2007 : Mineralogical and geochemical effects due to hydrothermal alteration in the Los Azufres geothermal field, Mexico, *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas*, v. 24, 1, p. 15-24.
- Wilson, M., 1989 : *Igneous Petrogenesis a Global Tectonic Approach*, Unwin Hillman Ltd, 465 p.
- Wood, S., 2004 : *The Hydrothermal Geochemistry of The Rare Earth Elements*, G.A.C-Mineral; Deposits Devision, Issue 81.

UNSURTANAH JARANG (RARE EARTH ELEMENT) SEBAGAI INDIKATOR PROSES HIDROTHERMAL DI DAERAH PANAS BUMI PARANGTRITIS YOGYAKARTA

ORIGINALITY REPORT

0%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On