

Jurnal Ilmu Kebumihian

Teknologi Mineral

ISSN 0854 – 2554

Volume 28 Nomor 1, Januari – Juni 2016

Mineralisasi Dan Prospeksi Urat Polimetalik (Pb-Zn-Cu-Au) Daerah Bukit Pondok (Bekas Tambang Voc Tahun 1902) Tanah Tidung, Kalimantan Timur

Prediksi Terjadinya Sealing Berdasarkan Analisa *Output Curve* Pada Sumur Panas Bumi

Analisis "Alteration Box Plot" Terhadap Batuan Vulkanik Terubah, Studi Kasus Batuan Vulkanik Binangun, Jawa Timur

Pemodelan 3D Resistivitas Batuan Andesit Daerah Sangon, Kab. Kulonprogo, Provinsi DIY

Hidrogeologi Kawasan Cagar Budaya Gunung Penanggungan

Jurnal Ilmu Kebumian
Teknologi Mineral

DAFTAR ISI

Mineralisasi Dan Prospeksi Urat Polimetalik (Pb-Zn-Cu-Au) Daerah Bukit Pondok (Bekas Tambang Voc Tahun 1902) Tanah Tidung, Kalimantan Timur Fadlin, Adi Candra.....	1-7
Prediksi Terjadinya Scaling Berdasarkan Analisa <i>Output Curve</i> Pada Sumur Panas Bumi Dewi Asmorowati.....	8-12
Analisis “Alteration Box Plot” Terhadap Batuan Vulkanik Terubah, Studi Kasus Batuan Vulkanik Binangun, Jawa Timur DF. Yudiantoro , Arif Rianto BN, Luvisola Agie, David Agus, Isao Takhasima	13-19
Pemodelan 3D Resistivitas Batuan Andesit Daerah Sangon, Kab. Kulonprogo, Provinsi DIY Wrego Seno Giamboro, Wahyu Hidayat.....	20-26
Hidrogeologi Kawasan Cagar Budaya Gunung Penanggungan Puji Pratiknyo	27-39

Analisis “Alteration Box Plot” Terhadap Batuan Vulkanik Terubah, Studi Kasus Batuan Vulkanik Binangun, Jawa Timur

DF. Yudiantoro ^{1a}, Arif Rianto BN ^{1b}, Luvisola Agie ^{1c}, David Agus ^{1d} dan Isao Takhasima ²

¹Jurusan Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta
 Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

²Universitas Akita, Jepang

^{1a}email: d_fitri4012@yahoo.com

ABSTRAK

Daerah penelitian merupakan bagian dari Pegunungan Selatan Jawa Timur, sekaligus merupakan bagian dari jalur magmatisme Oligosen Akhir hingga Miosen Awal di Pulau Jawa. Batuan yang menyusun wilayah ini adalah batuan vulkanik sedimenter yang terekspos cukup luas dan diterobos oleh beberapa intrusi. Pada umumnya batuan vulkanik tersebut telah banyak mengalami alterasi, sehingga sulit dikenali jenis batuan dan tatanan tektoniknya. Untuk itu perlu dilakukan analisis *alteration box plot*.

Metodologi analitik yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis petrografi, analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*), serta dilakukan pengolahan data dengan menggunakan analisis “*alteration box plot*”. Sampel batuan yang dianalisis menunjukkan jenis basalt, andesit dan riolit. Mineral plagioklas, piroksen, mineral opaq dan gelas vulkanik hadir secara umum pada basalt, andesit dan riolit. Sedangkan hornblende dan K-felspar hadir pada riolit. Beberapa mineral primer menunjukkan telah mengalami ubahan hidrotermal menjadi klorit, kalsit, kuarsa, dan mineral lempung. Kehadiran mineral tersebut mempengaruhi komposisi unsur utama batuan. Hasil analisis geokimia menunjukkan, bahwa himpunan batuan vulkanik daerah penelitian merupakan produk aktivitas magmatisme busur kepulauan yang berafinitas tholeitik dan transisi antara tholeitik dan kalk-alkali.

Kata kunci: Batuan terubah, Magmatisme, Tektonik

ABSTRACT

The research area is part of the Southern Mountains of East Java, as well as a section of path of Late Oligocene to Early Miocene magmatism in Java. The rocks constituting this region is exposed sedimentary volcanic rocks are quite spacious and intruded by several intrusions. In general, these volcanic rocks have experienced many alterations, making it difficult to identify the type of rock. It is necessary for the analysis of alteration box plot.

The analytical methodology used in this study is the petrographic analysis, analysis of XRF (X-Ray Fluorescence), as well as data processing performed by using analysis “alteration box plot”. Rock samples that were analyzed showed the type of basalt, andesite and rhyolite. Mineral plagioclase, pyroxene, opa minerals and volcanic glass in general present in basalt, andesite and rhyolite. While hornblende and K-feldspar is present in the rhyolite. Some primary mineral show has undergone hydrothermal alteration into chlorite, calcite, quartz and clay minerals. The presence of these minerals affect the composition of the main elements of rock. Geochemical analysis results showed that the set of volcanic rocks of the study area is a product of island arc magmatism activity that affinity tholeiitic and transitions between tholeiitic and calc-alkaline.

Keywords: Volcanic Altered rock, Magmatism, Tectonic

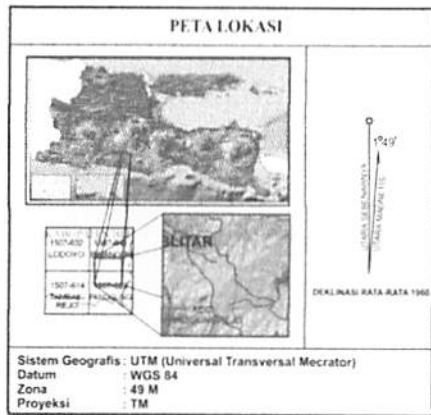
I. PENDAHULUAN

Daerah penelitian merupakan produk dari pertemuan lempeng Eurasia dengan India-Australia yang membentuk busur magmatisme khususnya gunungapi Tersier di Pulau Jawa. Batuan gunungapi ini merupakan ciri khas dari tatanan tektonik busur kepulauan. Daerah penelitian secara administrasi terletak di Binangun Blitar Jawa Timur. Daerah ini dapat ditempuh dari Kota Blitar sejauh 30 km kearah selatan (Gambar 1).

Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis batuan alterasi dan memahami hubungannya dengan kimia batuan dan mineral. Dengan memahami secara baik hubungan antara mineral

ubahan dan *litho geochemistry*, maka dapat diinterpretasikan mengenai jenis batuan vulkanik sebelum teralterasi. Metode ini semula dipergunakan pada eksplorasi *volcanic-hosted massive sulfide deposits* (VHMS) untuk mengetahui karakteristik intensitas alterasi dari batuan vulkanik. Metode ini sebelumnya dikemukakan oleh Large dkk. (2001), Paulick dkk. (2001) dan Hermann dan Hill (2001).

Menurut Ishikawa dkk. (1976), metode *alteration box plot* merupakan representasi grafis dengan menggunakan dua indeks alterasi: indeks alterasi Ishikawa (AI) dan indeks klorit-karbonat-pirit (CCPI).

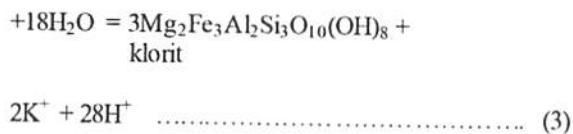
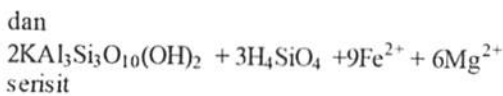
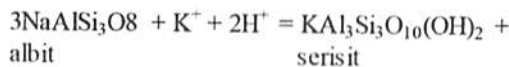


Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian.

Indeks Alterasi Ishikawa (AI)

$$AI = \frac{100(K_2O + MgO)}{(K_2O + MgO + Na_2O + CaO)} \dots\dots\dots (1)$$

Indeks ini didefinisikan oleh Ishikawa dkk. (1976) untuk mengukur intensitas alterasi serisit dan klorit yang tampak sebagai ubahan dari plagioklas Na dan gelas vulkanik. Reaksi yang menggambarkan proses perubahan ini meliputi:



Reaksi pertama yang khas adalah penggantian serisit dari albit di batuan vulkanik di luar sistem alterasi (Date dkk., 1983; Eastoe dkk., 1987). Reaksi kedua adalah kumpulan mineral klorit mengganti serisit (Sangster, 1972; Lydon, 1988; Large, 1992; Lentz, 1999; Schardt dkk., 2001). Reaksi (2) melibatkan kehilangan Na₂O (dan CaO) dan penambahan dari K₂O, sedangkan reaksi (3) melibatkan kehilangan K₂O dan penambahan FeO dan MgO, sedangkan Al₂O₃ konstan. Persamaan lain untuk menyelesaikan rumus di atas adalah menggunakan indeks klorit-karbonat-pirit (CCPI).

$$CCPI = \frac{100 (MgO + FeO)}{(MgO + FeO + Na_2O + K_2O)} \dots\dots\dots (4)$$

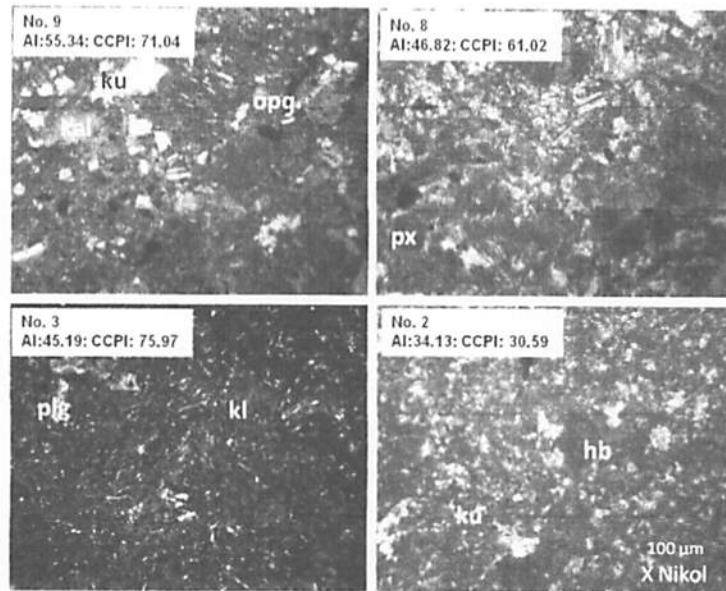
dimana FeO adalah total (FeO + Fe₂O₃) dari kandungan batuan.

Lentz (1996, 1999) mengembangkan indeks serupa dengan menggunakan komposisi rasio Lentz yaitu (Fe₂O₃ (total) + Mg) / (K₂O + Na₂O). Hal ini untuk membuat sebanding dengan Ishikawa AI dan bervariasi antara 0 dan 100. Salah satu keterbatasan penting dari ini indeks klorit-karbonat-pirit adalah bahwa hal itu sangat dipengaruhi oleh fraksinasi magmatik dan variasi komposisi utama batuan.

2. TATANAN GEOLOGI

Meurut fisiografi van Bemmelen (1949) daerah penelitian termasuk kedalam Zona Pegunungan Selatan Jawa Timur. Sedangkan berdasarkan peta geologi regional Lembar Blitar yang disusun oleh Sjarifudin dkk. (1992), susunan batuan daerah penelitian dari tua ke muda terdiri dari Formasi Mandalika yang berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal, Anggota Tuf Formasi Mandalika, Formasi Campurdarat yang berumur Miosen Awal, Formasi Wuni yang berumur Miosen Awal-Miosen Tengah, Formasi Nampol yang berumur Miosen Tengah, dan Formasi Wonosari yang berumur Miosen Tengah-Miosen Akhir. Batuan terobosan berupa dasit, andesit, basalt dan diorit yang berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal (Samodra dkk., 1990) dan andesit yang berumur Miosen Awal (Setijadji, 2006). Formasi Mandalika di daerah penelitian berupa satuan lava andesit dan breksi-piroklastik Mandalika. Satuan tersebut diterobos oleh basalt, dasit, dan riolit, sedangkan Formasi Wuni berupa satuan batupasir-tufan Wuni yang diterobos oleh andesit.

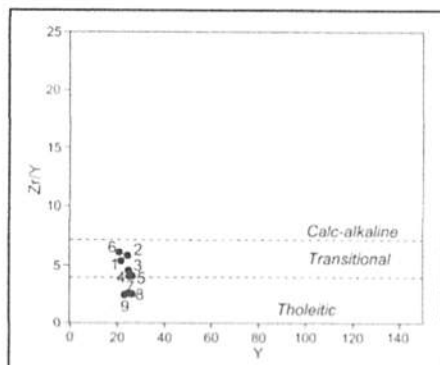
Sjarifudin dkk. (1992) menjelaskan, bahwa gejala tektonika pada Oligosen Akhir sampai Miosen Awal dapat diamati pada Formasi Mandalika di Jawa Timur yang telah mengalami perlipatan. Selain hal tersebut, juga terjadi perlambatan konvergensi antara lempeng India-Australia dan Eurasia, sehingga mengakibatkan pengangkatan di sepanjang bagian tenggara dari Paparan Sunda (Sribudiyani, 2003). Erosi dan penurunan lokal terjadi di daerah sepanjang sesar di selatan Pulau Jawa dan mengakibatkan terjadinya pengendapan di lingkungan darat dan transisi. Setijadji dkk. (2006) produk gunungapi dari aktivitas magmatisme Oligosen di Jawa Timur terpetakan sebagai Formasi Arjosari, Mandalika, Panggang, dan Watu-Patok yang termasuk dalam pusat vulkanik Oligosen Jawa Timur yang tersebar dari barat ke timur, yaitu Pacitan, Tulungagung, Blitar, Lumajang, dan Meru Betiri. Batuan vulkanik Miosen Awal tersebar di sekitar unit vulkanik Oligosen. Aktivitas vulkanisme berlangsung sangat



Gambar 4. Foto sayatan tipis yang menunjukkan kehadiran mineral primer (plagioklas, piroksen, homblende dan mineral opa), mineral sekunder (kuarsa, kalsit dan klorit), serta nilai AI dan CCPI dari batuan basalt (9), andesit (8,dan 3), riolit (2). Keterangan: plg: plagioklas; px: piroksen; hb: homblende; ku: kuarsa; kl: klorit.

6.2 AFINITAS MAGMA

Penentuan afinitas magma pada penelitian ini menggunakan diagram dari Lesher dkk., (1977). Diagram ini menggunakan parameter unsur jejak Y (Itrium) pada sumbu X dan perbandingan unsur jejak Zr (Zirkonium) terhadap Y (Itrium) sebagai sumbu Y (Gambar 5). Hasil perajahan terhadap sampel daerah penelitian menunjukkan, bahwa sampel 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 terletak pada daerah transitional yang merupakan peralihan antara afinitas toleitik dengan kalk-alkalin, sedangkan sampel 7, 8 dan 9 terletak pada daerah toleitik. Dengan mengacu pada klasifikasi sifat magma berdasarkan tatanan tektonik oleh Wilson (1989) menunjukkan batuan vulkanik daerah penelitian termasuk pada busur kepulauan. Selain hal tersebut Gill (1981) dan Soeria-Atmadja dkk. (1994) menyebutkan bahwa jalur Pegunungan Selatan Jawa Timur merupakan jalur magmatik busur kepulauan di Pulau Jawa.



Gambar 5. Penyebaran titik sampel diagram penentuan afinitas magma berdasarkan nilai Y vs Zr/Y (Lesher dkk., 1986)

7. Kesimpulan

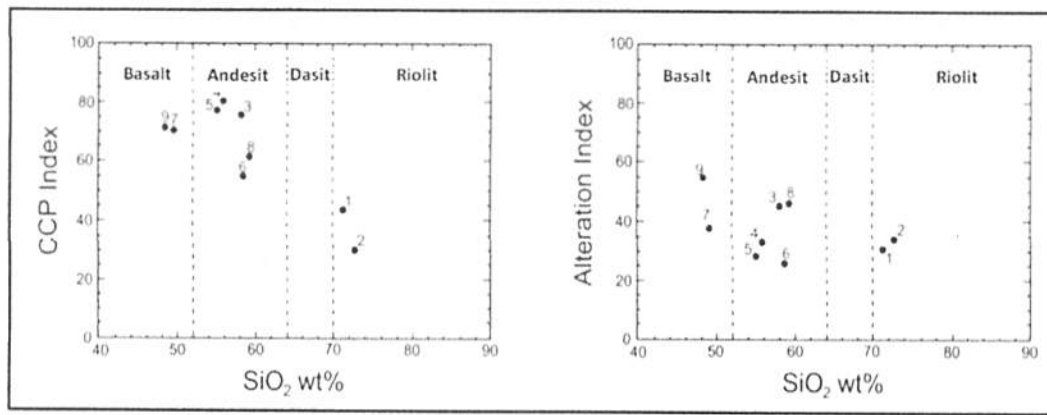
Penentuan jenis batuan dan afinitas magma dari batuan vulkanik teralterasi sedang-kuat dapat dilakukan dengan menggunakan analisis "Alteration Box Plot". Hasil analisis tersebut menunjukkan, bahwa jenis batuan vulkanik daerah penelitian terdiri dari basalt, andesit dan riolit. Sedangkan afinitas magma yang membentuk himpunan batuan vulkanik ini adalah magma yang berafinitas toleitik dan transisi antara toleitik-kalk alkalin yang terbentuk pada busur kepulauan. Kegiatan magmatisme ini terjadi pada Oligosen Akhir-Miosen Awal.

8. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Pertamina dan Program Hibah Bersaing Dikti 2016 yang telah memberikan fasilitas untuk melakukan pemetaan lapangan. Kemudian kepada BPPTKG (Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi, Yogyakarta yang telah memberikan fasilitas analisa XRF dan ucapan terimakasih kepada Laboratorium Petrografi Prodi Teknik Geologi, UPN "Veteran", Yogyakarta yang telah memberikan sarana untuk melakukan analisa petrografi.

9. DAFTAR PUSTAKA

- Browne, P.R.L., 1989 : Hydrothermal Alteration and Geothermal System, Geothermal Institute, The University of Auckland.
 Carlile and Mitchell, 1994
 Date, J., Watanabe, Y., and Saeki, Y., 1983 : Zonal Alteration around The Fukazawa Kuroko



Gambar 3. Perajahan sampel daerah penelitian pada diagram variasi SiO_2 terhadap AI dan CCPI (Large dkk., 2001).

Tabel 3. Unsur kimia utama batuan vulkanik terubah daerah penelitian.

Unsur Utama (%)	Basalt		Andesit				Riolit		
	9	7	5	4	3	8	6	1	2
SiO_2	48.78	49.69	55.01	55.89	58.01	59.15	67.58	71.57	72.89
TiO_2	0.86	0.90	0.83	1.28	1.25	0.66	0.29	0.25	0.32
Al_2O_3	16.36	15.81	15.76	15.86	15.23	15.50	15.39	15.44	15.36
Fe_2O_3	9.44	9.64	7.09	10.24	10.01	9.04	3.01	3.15	2.18
MnO	0.08	0.23	0.13	0.17	0.25	0.15	0.05	0.05	-
MgO	7.98	6.76	3.96	5.06	5.08	5.52	1.43	1.15	0.56
CaO	6.08	9.22	8.31	8.64	6.11	4.74	4.20	2.66	2.10
Na_2O	1.91	2.64	2.85	2.94	2.64	3.06	3.33	3.81	3.75
K_2O	1.92	0.60	0.37	0.72	2.14	1.34	1.71	1.82	2.47
P_2O_5	0.11	0.17	0.24	0.22	0.21	0.12	0.06	0.06	0.09
Total	93.52	95.66	94.54	101.02	100.93	99.27	97.05	99.95	99.71

Unsur Jejak (ppm)	9	7	5	4	3	8	6	1	2
Ba	153.68	94.50	250.46	121.00	300.37	460.68	178.67	185.13	220.00
Ce	114.03	115.05	48.21	73.29	102.90	71.97	-	-	-
Cr	77.14	74.94	-	8.70	10.04	91.83	-	-	-
Cu	30.01	99.44	46.33	99.82	92.28	6.58	-	4.84	7.43
Dy	72.27	15.16	4.02	5.75	7.54	31.57	4.90	0.93	-
Ga	5.39	7.02	19.13	20.06	17.29	7.40	0.93	16.35	15.76
Hf	20.62	20.40	3.65	5.14	5.76	18.00	15.16	2.56	2.87
Mo	5.32	5.10	2.87	2.08	7.21	4.51	2.93	4.28	3.27
Nb	10.83	10.51	5.17	5.12	10.31	2.90	6.19	5.67	5.93
Nd	15.37	16.10	19.63	25.56	34.32	7.34	7.34	-	-
Ni	32.92	33.94	11.39	20.24	20.54	27.98	1.24	1.06	1.18
Pb	20.12	43.57	6.91	6.70	13.06	10.18	1.62	-	-
Pr	20.66	14.49	6.61	10.96	15.14	5.84	6.46	-	-
Rb	17.17	17.32	6.39	17.87	41.16	10.92	-	18.44	35.75
Co	46.90	22.51	55.14	126.31	111.75	23.61	29.37	-	27.51
Y	40.30	46.02	24.50	23.54	24.49	27.08	1.82	23.55	24.35
Sc	111.70	233.86	32.27	50.59	42.96	153.08	122.13	0.49	2.07
Sr	10.16	9.66	318.68	276.35	446.65	4.36	4.24	180.22	120.56
Th	3.18	2.96	4.35	4.95	8.87	1.31	1.42	1.95	2.01
U	114.73	116.08	1.36	1.73	2.83	99.03	65.94	0.84	0.48
V	23.80	24.12	106.01	144.31	148.61	25.60	22.51	62.69	66.83
Zn	82.83	83.22	79.92	90.98	99.61	60.96	23.03	63.05	45.27
Zr	67.36	80.25	100.75	96.46	110.58	94.37	135.97	127.53	158.77

fenokris. Intensitas ubahan hidrotermal pada andesit ini sekitar 40-60%, yang termasuk berubah sedang.

Riolit diwakili oleh sampel 1 dan sampel 2. Secara umum riolit memiliki derajat kristalinitas hipokristalin, dengan kristal berbentuk subhedral-anhedral, tekstur khusus intersertal. Disusun oleh

mineral primer berupa plagioklas berjenis albit (An8-10), homblende, K-felspar, mineral opa, yang tertanam dalam masadasar gelas vulkanik. Mineral sekunder berupa klorit, kalsit, kuarsa dan mineral lempung. Batuan beku ini teralterasi sedang dengan intensitas ubahan 30-50%.

Tabel 1. Hasil pengamatan petrografi batuan vulkanik daerah penelitian.

Jenis Batuan	No. Sampel	Plg	Px	Hb	Kf	Opq	Gls	Kl	Kal	Ku	Lp
Basalt	7	0	0			0	-	√	√	√	√
Basalt	9	0	0			0	-	√	√	√	√
Andesit	3	0	0			0	-	√	√	√	√
Andesit	4	0	0			0	-	√	√	√	√
Andesit	5	0	0			0	-	√	√	√	√
Andesit	6	0	0			0	-	√	√	√	√
Andesit	8	0	0			0	-	√	√	√	√
Riolit	1	0	0	0	0	0	-	√	√	√	√
Riolit	2	0	0	0	0	0	-	√	√	√	√

Keterangan: plg: plagioklas, px: piroksen, hb: homblende, Kf: K-felspar, opq: mineral opa, gls: gelas vulkanik, kl: klorit, kal: kalsit, ku: kuarsa, lp: mineral lempung, 0: sebagai fenokris, -: sebagai masadasar, √: sebagai mineral ubahan

5. PETROKIMIA BATUAN

Petrokimia batuan vulkanik daerah penelitian terdiri dari 9 sampel yang dilakukan analisis unsur utama dan unsur jejak. Dari kesembilan sampel tersebut menunjukkan karakteristik unsur kimia utamanya. Hasil perajahan terhadap sembilan sampel batuan pada diagram variasi SiO₂ terhadap *Alteration Index* dan SiO₂ terhadap *CCPI Index* Gambar 3. menunjukkan, bahwa kandungan unsur SiO₂ sekitar 48,78-49,69% (basalt), 55,01-67,58% (andesit) dan 71,57-72-89% (riolit), seperti yang tersaji pada Tabel 3.

berkisar antara 27,96-46,82 dan nilai CCPI sekitar 27,18-80,67, sedangkan nilai AI riolit sekitar 31,13-31,45 dan nilai CCPI antara 30,59-43,36 (Tabel 2). Sedangkan hasil perajahan terhadap sampel daerah penelitian disajikan pada Gambar 3. Sampel-7 dan 9 sebagai basalt. Sampel 3, 4, 5 dan 8 sebagai andesit, sedangkan sampel-1 dan 2 merupakan batuan riolit. Nilai AI dan CCPI ini terkait dengan kandungan mineral ubahan, seperti klorit, kalsit, kuarsa, mineral lempung dan mineral opa. Seperti yang terjadi pada sumur KMJ-49 di lapangan panasbumi Kamojang (Yudiantoro dkk., 2012).

6. ALTERATION BOX PLOT

6.1. JENIS BATUAN

Diagram Large (2001), digunakan untuk menentukan jenis batuan yaitu dengan menggunakan parameter unsur utama SiO₂ (silika) pada sumbu X dan pada sumbu Y menggunakan AI (*Alteration Index*) Ishikawa (1976) dan CCPI (*Chlorite-Carbonate-Pyrite Index*). Unsur SiO₂ sebesar 40%-52% termasuk dalam basalt, andesit (52%-64%), dasit (64%-70%), dan riolit (70%-90%) (Gambar 3).

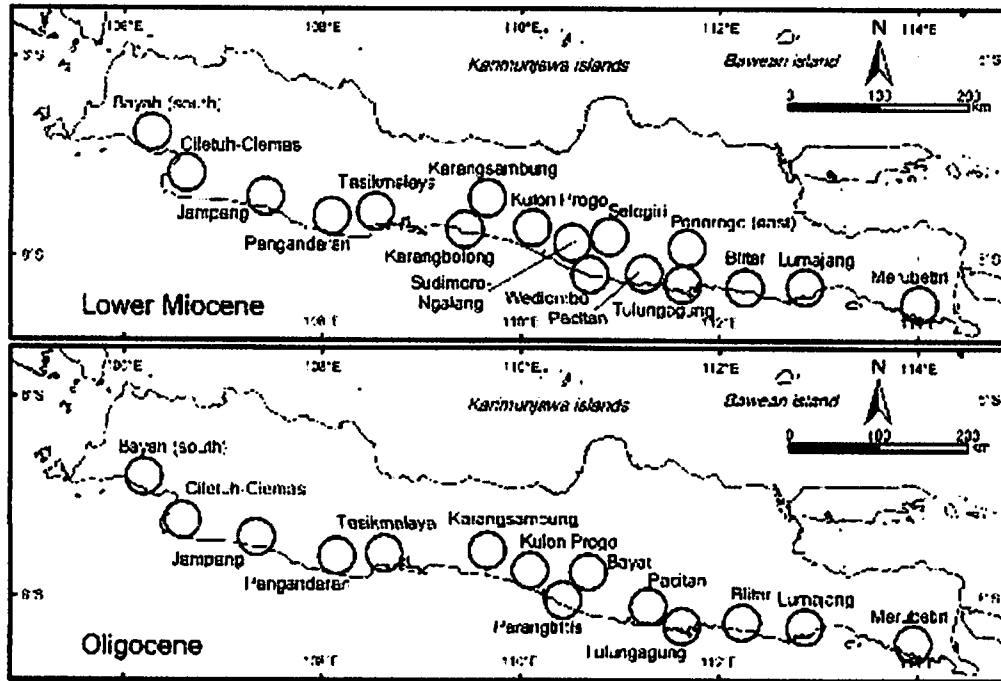
Hasil penghitungan dengan menggunakan persamaan 1 dan 4 menunjukkan bahwa pada basalt memiliki AI sekitar 38,29-55,34 dengan nilai CCPI antara 71,04-71,69. Andesit memiliki nilai AI

Tabel 2. Nilai AI dan CCPI pada batuan vulkanik daerah penelitian.

Jenis Batuan	No. Sampel	AI	CCPI
Basalt	9	55,34	71,04
Basalt	7	38,29	71,69
Andesit	5	27,96	77,43
Andesit	4	33,31	80,67
Andesit	3	45,19	75,97
Andesit	8	46,82	61,02
Andesit	6	29,46	27,18
Riolit	1	31,45	43,36
Riolit	2	34,13	30,59

aktif pada waktu itu, dan terdapat beberapa sepanjang daerah Wediombo-Ngalang-Selogiri dan Tulungagung-Ponorogo. Di Jawa Timur, unit vulkanik Miosen diwakili oleh Formasi Wuni yang merupakan produk dari vulkanisme subaerial dan batuan tersebut tersebar di daerah Blitar dan Lumajang (Gambar 2).

gunungapi dengan rantai ganda Jenis kerak yang mendasari bagian timur Jawa Tengah menurut Miyazaki dkk. (1998) tersusun oleh kerak busur kepulauan, yaitu mulai dari kompleks akresi Kapur di Jawa Tengah. Pada prinsipnya semakin ke timur didasari oleh kerak samudera (Carlile dan Mitchell, 1994). Batuan vulkanik di Pulau Jawa merupakan ciri khas dari tatanan busur kepulauan (Gill, 1981).



Gambar 2. Pusat magmatisme Oligosen-Miosen Awal Pulau Jawa (Setijadji dkk., 2006).

3. METODE ANALITIK

Pada penelitian ini menggunakan metode analitik, seperti: petrografi dan XRF (*X-Ray Fluorescence*). Analisis petrografi dilakukan untuk mengetahui komposisi mineral penyusun batuan secara mikroskopis dan genesa penggantian mineral primer oleh mineral sekunder. Metode XRF (*X-Ray Fluorescence*) digunakan untuk mengetahui petrokimia batuan vulkanik yang terdiri dari unsur utama dan unsur jejak. Dikarenakan sampel batuan telah mengalami ubahan hidrotermal, maka untuk mengetahui afinitas magma dan menentukan lingkungan tektonik, maka dilakukan analisis *alteration box plot*.

4. PETROGRAFI BATUAN

Sembilan sampel batuan terpilih pada daerah penelitian dilakukan pengamatan secara petrografis. Hasil analisis petrografi menunjukkan bahwa himpunan batuan vulkanik daerah penelitian adalah basalt, andesit dan riolit. Basalt dimiliki oleh sampel 7 dan 9. Andesit diwakili oleh sampel 3, 4, 5, 6 dan 8, sedangkan riolit terdiri dari sampel 1 dan 2.

Beberapa pengamatan petrografi tersaji pada Gambar 4.

Basalt dicirikan dengan memperlihatkan struktur masif, hipokristalin, kristal berbentuk subhedral-anhedral. Plagioklas hadir berjenis labradorit (An60-62), disertai piroksen yang tertanam dalam masadasar gelas vulkanik. Hadir pula mineral sekunder berupa klorit, kuarsa, kalsit, mineral opak dan oksida besi. Batuan ini mengalami ubahan dengan tingkat ubahan sedang (30-50%) berdasarkan klasifikasi Brown (1989).

Andesit mempunyai ciri memiliki struktur masif, hipokristalin, dengan kristal berbentuk subhedral-anhedral dan tekstur intersertal. Mineral primer yang hadir adalah plagioklas berjenis andesine (An49-50), piroksen, mineral opak yang tertanam dalam masadasar gelas vulkanik. Mineral primer tersebut mengalami ubahan hidrotermal membentuk mineral ubahan yang terdiri dari klorit, kuarsa, kalsit dan mineral opak. Karakteristik andesit ini dimiliki oleh sampel 3, 4, 5 dan 6. Sedangkan pada sampel 8 hadir amfibol sebagai

- Deposits, Akita Prefecture, Northern Japan, Economic Geology Monograph 5, p.365-386.
- Eastoe, C.J., Solomon, M., and Walshe, J.L., 1987 : District Scale Alteration Associated With Massive Sulfide Deposits in The Mount Read Volcanics, Western Tasmania: Economic Geology, v.82, p.1239-1258.
- Gill, J. B., 1981 : Orogenic Andesites and Plate Tectonics, Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag v.16, 390 pp.
- Ishikawa, Y., Sawaguchi, T., Iwaya, S., and Horiiuchi, M., 1976 : Delineation of Prospecting Targets for Juroko Deposits Based on Model of Volcanism of Underlying Dacite and Alteration Halos: Mining Geology, v.20, p.105-117.
- Large, R.R., 1992 : Australian volcanic-hosted massive sulfide deposits: Features, styles, and genetic models: Economic Geology, v.87, p.471-510.
- Large, R.R., Gemmel, J.B., Paulick, H., Huston, D.L., 2001. The alteration box plot: a simple approach to understanding the relationship between alteration mineralogy and lithochemistry associated with volcanic-hosted massive sulfide deposits. Econ. Geol. 96, 957-971.
- Large, R.R., Allen, R.L., Blake, M.D., and Hermann, W., 2001 : Hydrothermal alteration and Volatile Element Halos for the Rosebery K lens Volcanic-hosted Massive Sulfide deposits, western Tasmania: Economic Geology, v.96, p.1055-1072.
- Lentz, D.R., 1996 : Recent Advances in Lithochemical Exploration for Massive Sulfide deposits in Volcanic-Sedimentary Environments: Petrogenetic, Chemostratigraphic and Alteration Aspects with Examples from the Bathurst camp, New Brunswick: New Brunswick Department of Natural Resources and Energy, Mineral and Energy Division Mineral Resources Report 96-1, p.73-119.
- Lentz, D.R., 1996 : Recent Advance in Lithochemical Exploration for Massive Sulphide Deposits in Volcano-sedimentary Environments: Petrogenetic, Chemostratigraphic and Alteration Processes Associated with Ore Forming System: Geological Association of Canada Short Course Notes, Waterloo, Ontario, May 13-15, v.2, p.161-192.
- Leshner, C.M., Gibson, H.L., Campbell, I.H., 1986 : Composition-volume changes during hydrothermal alteration of andesite at buttercup hill, noranda district, Quebec. Geochim. Cosmochim. Acta 50, 2693-2705.
- Lydon, J.W., 1984 : Some Observation on the Mineralogy and Chemical Zonation pattern of Volcanogenic Sulphide deposits of Cyprus: Geological Survey of Canada Paper 84-1A, p.611-616.
- Paulic, H., Herrmann, W., and Gemmel, J.B., 2001: Alteration of Felsic Volcanics Hosting The Talanga Massive Sulfide Deposit, North Queensland Australia, Australia: Geochemical Proximity Indicators to Ore: Economic Geology, v.96, p.1175-1200.
- Samodra, H., 1990. Tatanan Stratigrafi dan Tektonik Pegunungan Selatan Jawa Timur Antara Pacitan – Ponorogo, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sangster, D.F., 1972 : Precambrian Volcanogenic Massive Sulphide Deposits in Canada, Canada: A review: Geological Survey of Canada Paper 72-22, 44p.
- Schardt, C., Cooke, D.R., Gemmel, J.B., and Large, R.R., 2001 : Geochemical Modeling of The Zoned Foowall Alteration Pipe, Heller Volcanic-hosted Massive Sulfide Deposit, Western Tasmania, Australia: Economic Geology, v. 96, p.1037-1054.
- Setijadji, L.D., Kajino, S., Imai, A. and Watanabe, K., 2006. Cenozoic Island Arc Magmatism in Java Island (Sunda Arc, Indonesia): Clues on Relationships between Geodynamics of Volcanic Centers and Ore Mineralization, Resource Geology, vol. 56, no. 3, 267-292.
- Sjarifudin, M.Z. and S. Hamidi, 1989. Geologi Lembar Blitar, Jawa, skala 1:100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 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.
- Sribudiyani, Muchsin, N., Ryacudu, R., Kunto, T., Astono, P., Prasetya, I., Sapiie, B., Asikin, S., Harsolumakso, A.H., dan Yulianto, I., 2003 : The Collision of the East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon Occurences in the East Java Basin, Proceeding of Indonesia Petroleum Association, Jakarta.
- Van Bemmelen, R.W., 1949 : The Geology of Indonesia. Martinus Nyhof, The Haque.
- Williams, H., Turner, F.J., dan Gilbert C.M., 1954 : Petrography: An Introduction to the Study of Rocks in Thin Section, 2st Edition, W.H. Freeman and Company, New york, 601-626.
- Wilson, M., 1989 : Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach, Harper Collins Academic, London. 466 p.
- Yudiantoro, D.F., Suparka E., Takashima, I., Ishiyama, D., Kanah Y., 2012 : Alteration and Lithochemistry of Aalteration Rocks at Well KMJ-49 Kamojang Geothermal Field West Java Indonesia, International Journal of Economic and Environment Geology, vol.3 (2), July-December 2012, ISSN: 2223-957X, p. 21-32, www.econ-environ-geol.org