

ANALISIS PETROGENESA BATUAN BEKU SEBAGAI TINJAUAN KETERDAPATAN MINERAL EKONOMIS DI DAERAH WUKIRHARJO

Afri Tri Kristanto^{*1}, Oky Sugarbo², Al Hussein Flowers Rizqi³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jalan Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, 55281
e-mail: ¹afri.tri@gmail.com, ²okysugarbo@itny.ac.id, ³alhussein@sttnas.ac.id

Abstrak

Batuan beku pada lokasi penelitian berupa anomali karena berada di lingkungan batuan piroklastik. Petrogenesis batuan ditentukan dengan analisis petrografi dan geokimia untuk mengetahui jenis batuan, afinitas magma, dan tataan tektonik lokasi penelitian. Geologi lokasi penelitian pada Subfisiografi Baturagung yang tersusun atas batuan piroklastik. Lokasi penelitian pada Formasi Semilir yang didominasi batuan piroklastik berupa tuf, breksi batuapung dasitan, batupasir tufaan, dan serpih. Singkapan memiliki panjang 30 meter, lebar 5 – 8 meter, dan berarah barat daya – timur laut. Analisis megaskopis batuan menunjukkan andesit dengan struktur bagian luar breksiasi dan bagian dalam blocky. Analisis petrografi menunjukkan batuan andesit basaltik dengan tekstur khusus pilotasitik (aliran lava). Analisis geokimia menunjukkan batuan andesit basaltik dengan afinitas calc-alkali. Menurut Wilson (1989) batuan andesit basaltik dengan afinitas calc-alkali menunjukkan tataan tektonik batas lempeng dengan tipe konvergen pada island arc. Kesimpulannya batuan beku pada lokasi penelitian adalah basalt andesitik berasal dari magma calc-alkali hasil konvegen. Mineral ekonomis diinterpretasikan pada daerah pusat vulkanisme dari lava pada lokasi penelitian.

Kata kunci—andesit-basaltik, konvergen, subduksi, Wukirharjo

Abstract

The igneous rocks at the research location are an anomaly because they are in a pyroclastic rock environment. To analyzes rock petrogenesis, must be petrographic and geochemical analyzes to determine rock types, magma affinity, and tectonic settings of the research location. The geology of the research location in the baturagung subphysiography is composed of pyroclastic rock. The location of the study in the semilir formation which is dominated by pyroclastic rocks like tuff, pumice breccia, tuffaceous sandstone, and shale. Outcrop has a length of 30 meters, width 5-8 meters, and trending southwest - northeast. Megascopic analyzes of rock andesite with the autobreccia structure outside and the blocky inside. Petrographic analyzes shows basaltic andesite with pilotacitic texture (lava flow). Geochemical analyzes shows basaltic andesite rocks with calc-alkali affinity. According to Wilson (1989) basaltic andesite rocks with calc-alkali affinity show plate boundary with convergent types on the island arc. The basaltic andesite rock at the research location is basaltic andesite derived from calc-alkali magma at convergent zone. Economical mineral is interpreted to exist in the central area of volcanism.

Keywords— calc-alkali, andesit-basaltic, convergent, subduction, Wukirharjo

1. PENDAHULUAN

Kawasan Pegunungan selatan adalah bagian dari *Geopark* Gunungsewu yang memiliki kondisi geologi yang menarik untuk diteliti. Kawasan ini merupakan tinggian yang terbentuk oleh beberapa proses antara lain proses vulkanisme hasil tataan tektonik subduksi antara lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia di selatan Pulau Jawa [1].

Batuan beku pada lokasi penelitian menunjukkan suatu anomali dikarenakan lingkungan tersebut umumnya tersusun atas batuan piroklastik. Singkapan batuan beku yang bersifat menengah sampai mafik kontradiktif dengan batuan piroklastik sebagai hasil erupsi bersifat eksplosif dari magma yang bersifat relatif asam. Anomali ini yang membuat peneliti tergerak untuk melakukan penelitian pada singkapan batuan beku pada lokasi penelitian.

Batuan beku adalah batuan sebagai hasil kristalisasi dari larutan magma yang mendingin [2]. Magma adalah batuan pijar yang terdiri dari tiga atau lebih komponen lelehan cair silikat, kristal padat, dan gelembung gas. Magma yang membeku di bawah permukaan bumi akan menghasilkan batuan intrusi, sedangkan magma yang membeku di permukaan bumi menghasilkan batuan ekstrusif (Groove, 2000, dalam Hartono [3]).

Lokasi penelitian termasuk pada subfisiografi Baturagung dari Zona Pegunungan Selatan. Subfisiografi Baturagung terdiri dari batuan vulkanik dan piroklastik hasil aktivitas vulkanisme pada Kala Oligosen – Miosen (26,1 – 5,2 juta tahun yang lalu) [4]. Pola Struktur yang berkembang di daerah Jawa dibagi menjadi 4 yaitu Pola Jawa (berarah barat – timur), Pola Meratus (berarah timurlaut – baratdaya), Pola Sunda (utara – selatan) dan Pola Sumatera (baratlaut – tenggara) (Pulunggono dan Mortodjojo, 1994 dan Satyana, 2007 dalam Prasetyadi, dkk [5]). Pada Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritontro daerah pegunungan selatan setidaknya tersusun atas Formasi Kebo – Butak, Formasi Semiilr, Formasi Nglangeran, Formasi Sambipitu, Formasi Oyo, Formasi Wonosari, dan Formasi Kepek yang terendapkan pada Kala Oligosen Akhir sampai Pliosen (26,1 – 2,5 juta tahun yang lalu) [6].

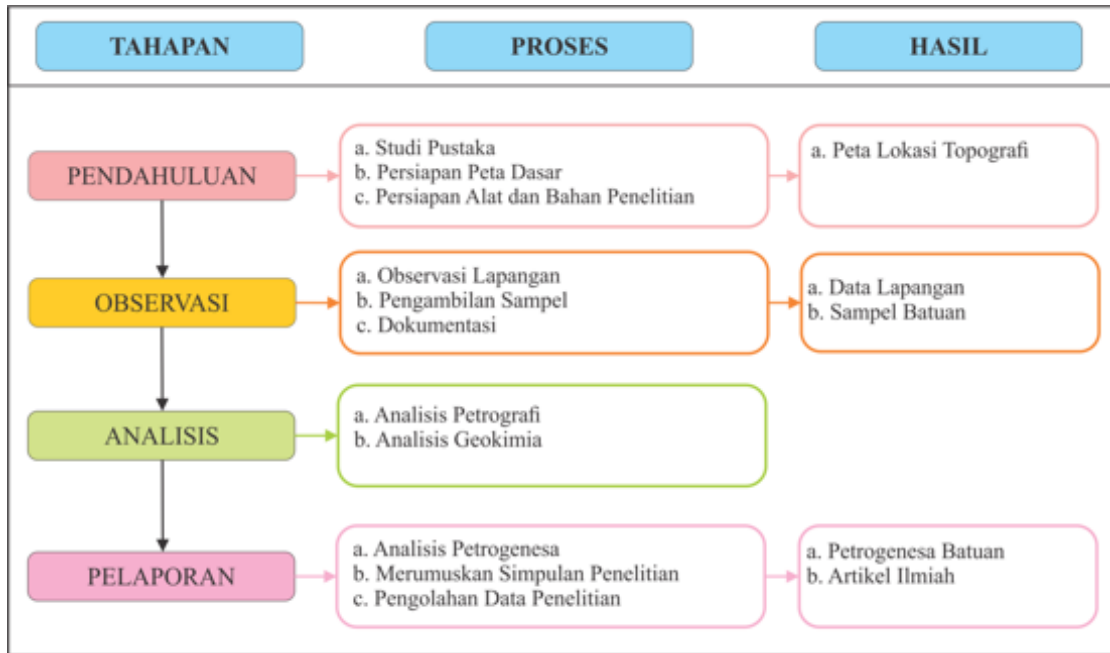
Analisa petrogenesa atau untuk mengetahui asal – usul batuan perlu diperhatikan komposisi kimia, mineralogi, fabrik, dan asosiasi batuan (Best, 1982 dalam Ansori [7]). Analisis petrografi dan geokimia dirasa sesuai untuk mengetahui asal – usul batuan pada lokasi penelitian. Analisis petrografi digunakan untuk mengetahui komposisi mineralogi dan fabrik batuan, sedangkan analisis geokimia digunakan untuk mengetahui komposisi kimia batuan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui petrogenesa batuan beku berdasar data petrografi dan geokimia, serta mengadakan tinjauan keterdapatan mineral ekonomis pada lokasi penelitian.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada selama dua bulan, yaitu pada bulan Oktober – November 2019. Lokasi Penelitian secara geografis terletak pada koordinat $7^{\circ} 49' 4''$ LS, $110^{\circ} 31' 6''$ BT secara administratif berada pada Daerah Wukirharjo, Prambanan, Sleman. Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain peta topografi, kompas geologi, *Handy GPS (Global Positioning Sistem)*, palu geologi, kantong sampel, alat tulis, Mikroskop Polarisation Olympus CX-31 dan Spektrometer *X-Ray Fluorescence*.

Penelitian ini menggunakan beberapa tahapan untuk menyelesaikan penelitian yang tergambar pada diagram alir penelitian (Gambar 1). Pada tahap pendahuluan dilakukan studi pustaka, persiapan peta dasar, dan persiapan alat dan bahan penelitian yang menghasilkan peta topografi. Pada tahap observasi dilakukan observasi lapangan, pengambilan sampel, dan dokumentasi (foto dan sketas) yang menghasilkan data lapangan dan sampel batuan. Tahap analisis dilakukan analisis petrografi dan analisis geokimia. Tahap pelaporan dilakukan analisis petrogenesa, merumuskan simpulan penelitian dan pengolahan data penelitian yang menghasilkan interpretasi petrogenesa batuan dan naskah artikel ilmiah.

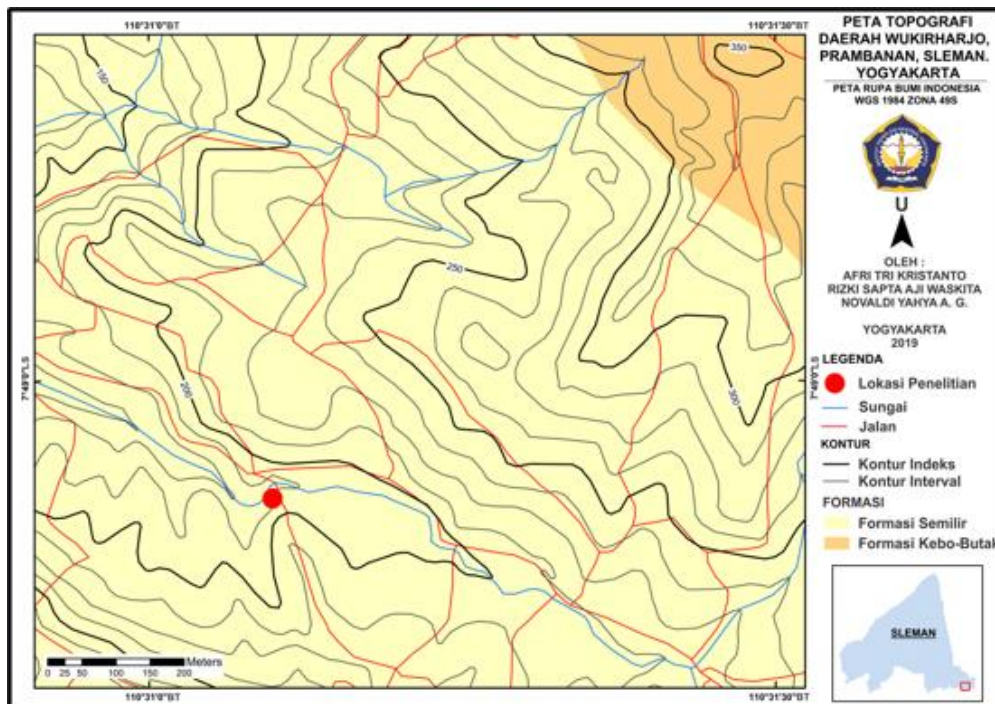


Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Geologi Lokasi Penelitian

Hasil observasi lokasi penelitian memiliki geomorfologi perbukitan struktural dengan pola umum struktur berarah barat—timur (Pola Jawa) yang memotong beberapa struktur berarah baratdaya—timurlaut (Pola Meratus). Litologi pada lokasi pengamatan menurut Surono, dkk. [6] masuk dalam Formasi Semilir yang didominasi batuan piroklastik tuf, breksi batuapung dasitan, batupasir tufaan, dan serpih (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Geologi Lokasi Pengamatan (modifikasi Surono, dkk [6])

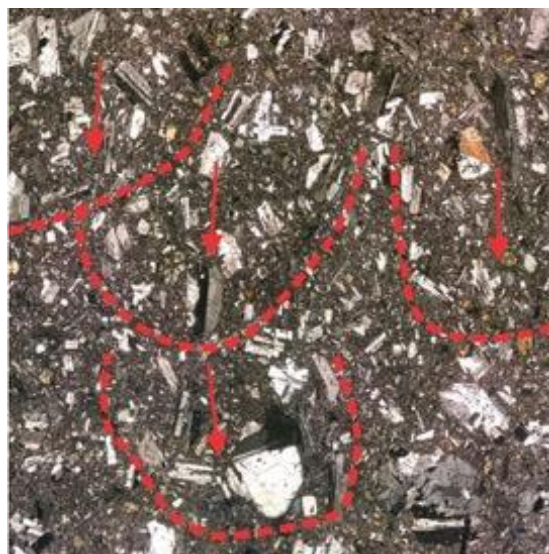
Lokasi penelitian berupa singkapan batuan beku yang berarah timurlaut – baratdaya dengan dimensi panjang sekitar 30 meter, dengan lebar 5 – 8 meter, beda tinggi sekitar 5 meter (Gambar 3a). Berdasarkan pengamatan megaskopis bagian permukaan menunjukkan struktur breksiasi dengan terktur afanitik, sedangkan bagian bawah menunjukkan struktur *blocky* dengan tekstur porfiritik (Gambar 3b). Batuan Andesit-Basaltik memiliki komposisi mineral piroksen (5%), hornblend (3%), biotit (2%), plagioklas (75%), kuarsa (5%), dan gelas (20%).



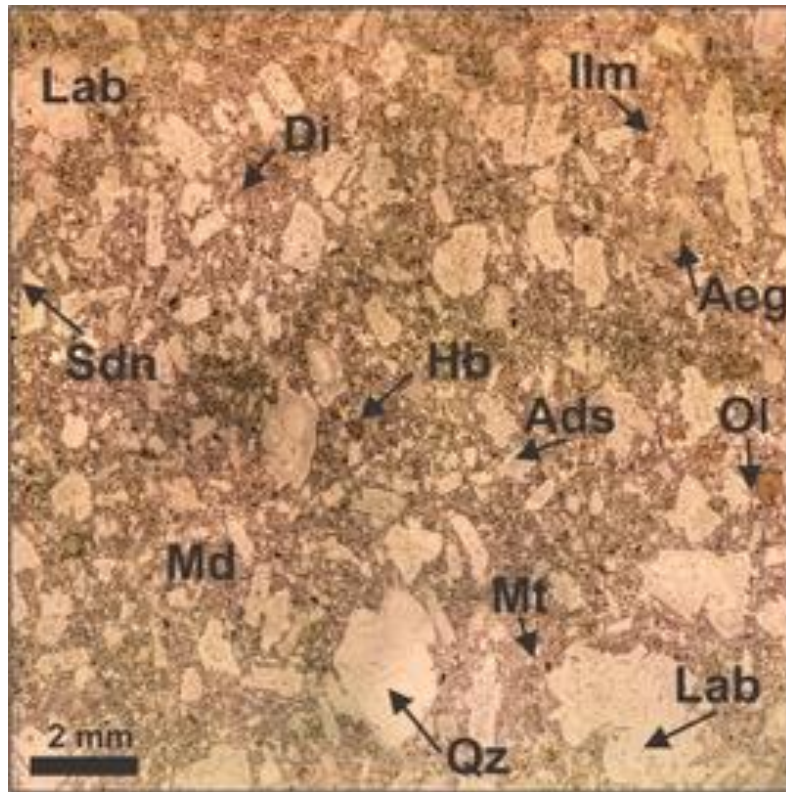
Gambar 3. (a) Dimensi lokasi penelitian (b) Singkapan batuan andesit basaltik

3.2 Analisis Petrografi

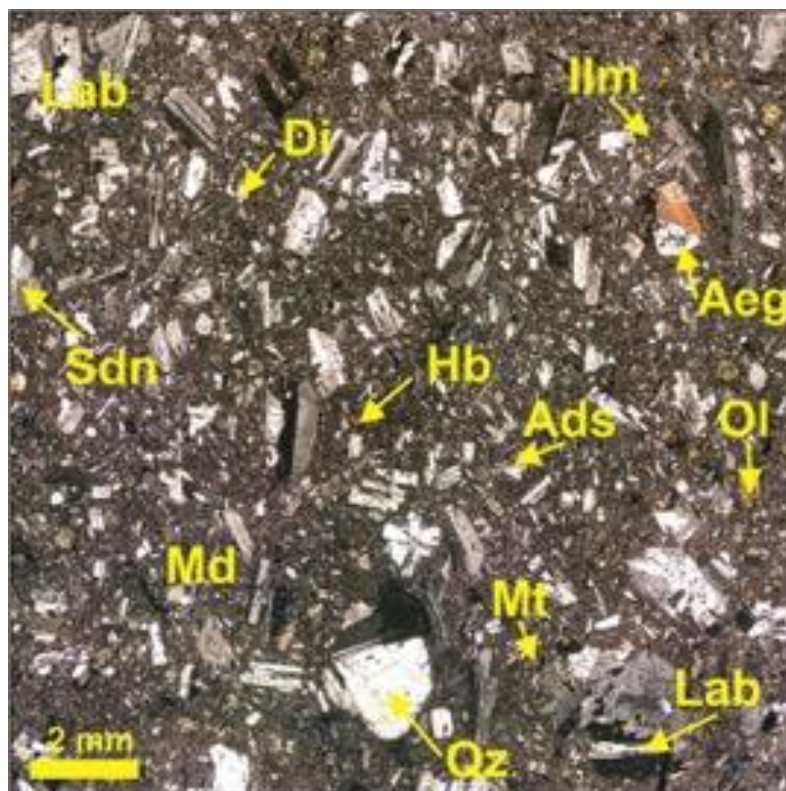
Hasil pengamatan mikroskopis sampel sayatan tipis batuan beku pada mikroskop polarisasi menggunakan perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif menunjukkan tekstur dan komposisi mineral. Tekstur batuan porfiritik yaitu fenokris yang tertanam pada massa dasar yang lebih halus. Derajat kristalisasi hipokristalin yaitu batuan tersusun oleh kristal dengan ukuran bervariasi 0,025 – 2,6 milimeter. Bentuk mineral euhedral – anhedral dengan hubungan antar mineral tidak seragam (inequigranular). Tekstur khusus pilotasitik menunjukkan batuan hasil aliran lava (Gambar 4). Komposisi mineral berupa aegirin (2%), olivin terserpentinisasi (6%), plagioklas labradorit (20%), plagioklas andesin (27%), klinopiroksen diopsid (10%), mineral opak (5%) dan kuarsa (3%). Massa dasar berupa mikrolit plagioklas (25%) dan mineral gelas (2%) (Gambar 5).



Gambar 4. Tekstur aliran lava (pilotasitik) ditunjukkan pada pensejajaran mineral-mineral pada batuan.



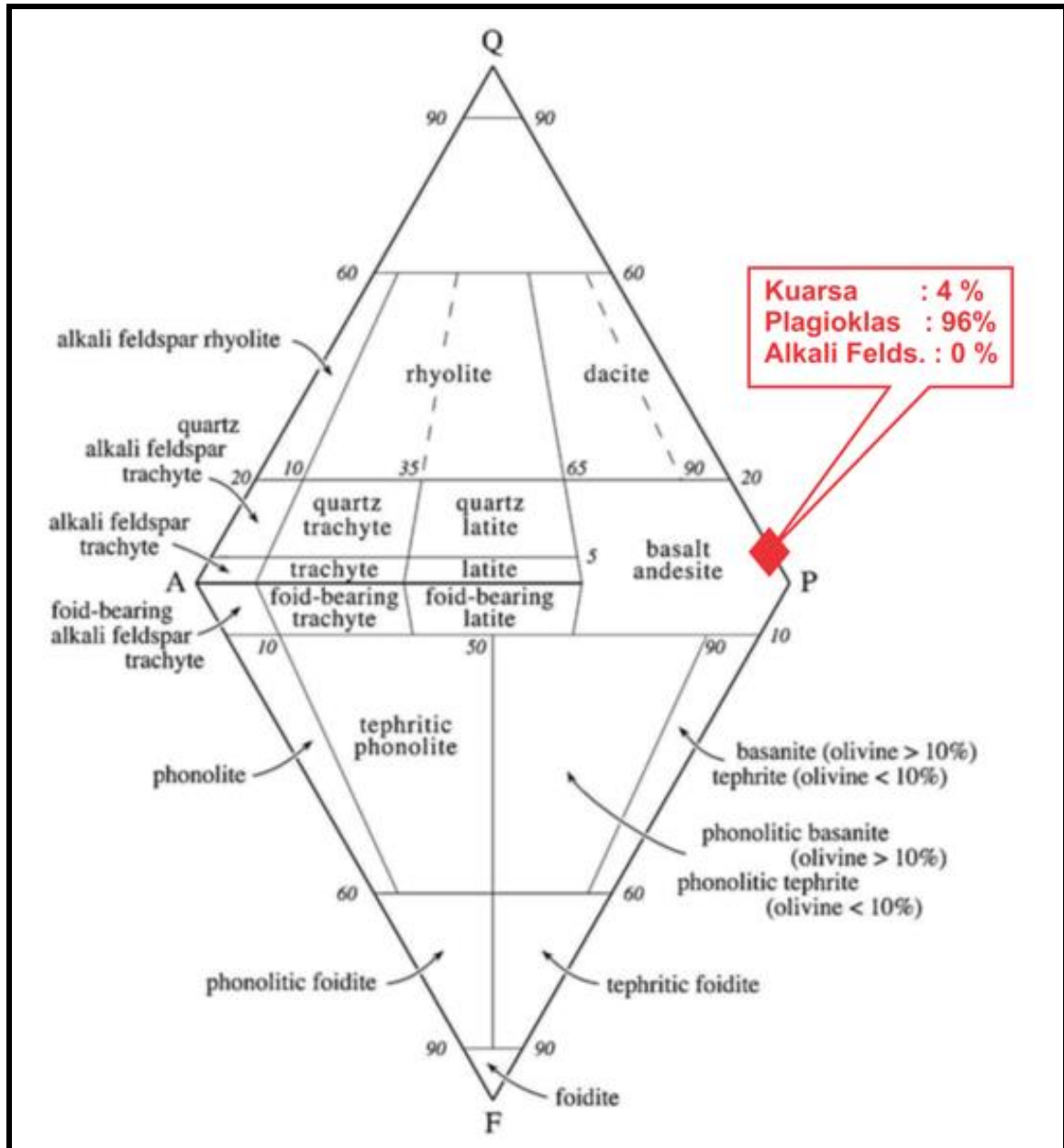
(a)



(b)

Gambar 5. Sayatan tipis batuan beku dengan perbesaran objektif 4x dan perbesaran okuler 10x (a) pengamatan nikol sejajar (b) pengamatan nikol silang

Penamaan Petrografi menggunakan klasifikasi penamaan batuan beku (Streckeisen, 1976 dalam Gill [8]) menunjukkan andesit – basaltik (Gambar 6). Kelimpahan mineral plagioklas dan tekstur batuan yang porfiritik menunjukkan batuan berada pada tataan tektonik konvergen hasil interaksi zona subduksi. Serpentinisasi pada mineral olivin diinterpretasikan sebagai hasil penambahan tekanan dan temperatur yang membuat mineral berubah. Adanya perubahan mineral mengindikasikan adanya proses hidrothermal yang tidak terlalu intens, sehingga belum menghasilkan mineral-mineral yang ekonomis pada lokasi penelitian.



Gambar 6. Klasifikasi penamaan batuan beku (Streckeisen, 1976 dalam Gill [8])

3.3 Analisis Geokimia

Analisis Geokimia menggunakan data dari analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF). Analisis XRF menghasilkan unsur kimia dan konsentrasinya yang ditunjukkan pada Tabel 1.

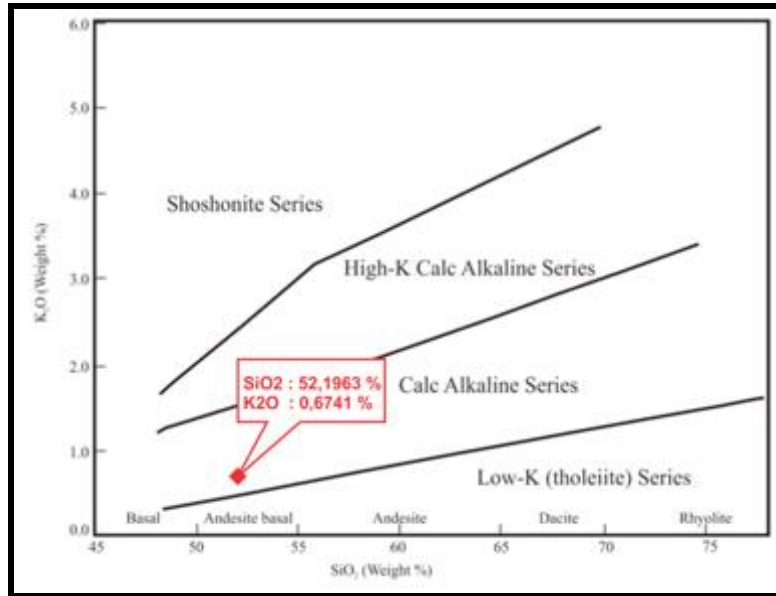
Tabel 1. Hasil analisis geokimia dan normalisasi nilai unsur

Unsur	Nilai Unsur (mg/kg)	Prosentase (%)
Al ₂ O ₃	19.6400	19.7597
BaO	0.0200	0.0201
CaO	10.3100	10.3729
Cr ₂ O ₃	0.0480	0.0483
Fe ₂ O ₃	9.5100	9.5680
K ₂ O	0.6700	0.6741
MgO	3.1100	3.1290
MnO	0.1700	0.1710
Na ₂ O	2.7300	2.7466
P ₂ O ₃	0.1450	0.1459
SiO ₂	51.8800	52.1963
S	0.0040	0.0040
TiO ₂	0.9500	0.9558
P ₂ O ₅	0.0570	0.0573

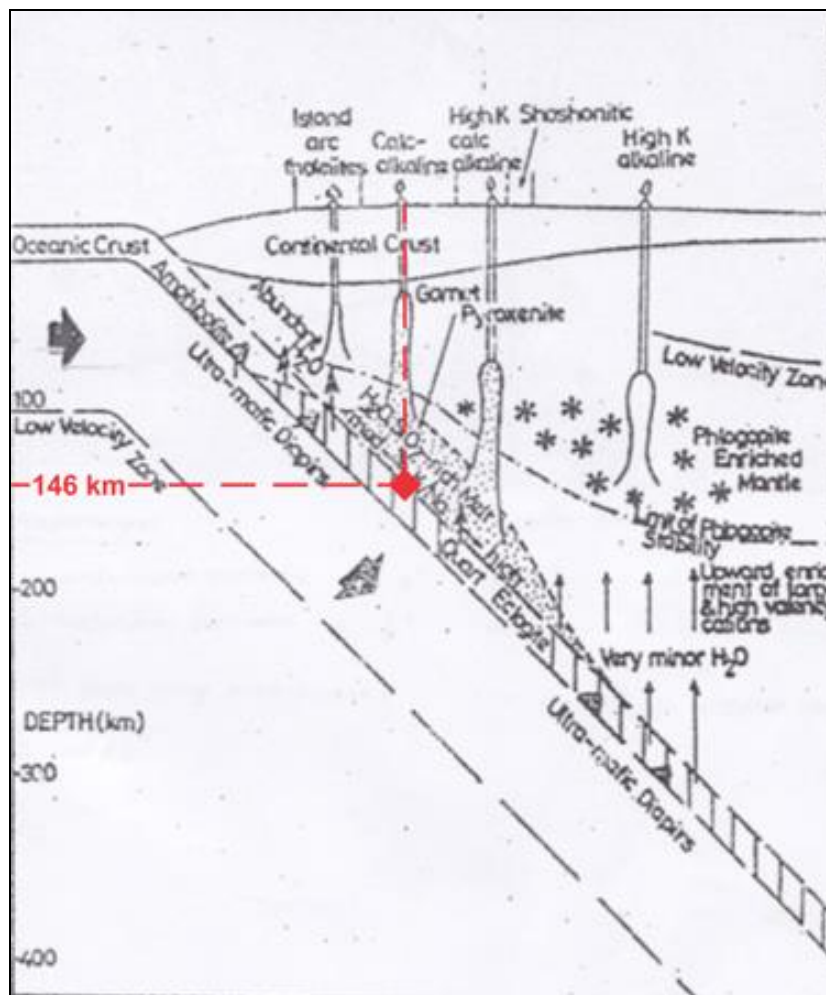
Analisis Geokimia menggunakan Metode Withford (1975) untuk menentukan jenis batuan vulkanik, perkembangan serta kedalaman jalur Benioff menurut konsep Tektonik Lempeng (*Plate Tectonic*). Dalam analisis ini menggunakan 2 diagram yaitu diagram prosentase SiO₂ dan K₂O untuk menentukan afinitas magma dan jenis batuan (Peccerillo – Taylor, 1976) yang membandingkan nilai SiO₂ dan K₂O untuk mengetahui afinitas magma dan jenis batuannya. Selain itu digunakan gambar *Benioff Zone* untuk mengetahui afinitas magma (Withford, 1975) untuk mengetahui kedalaman jalur Benioff (d) dan mengetahui afinitas magma. Penentuan jalur Benioff menggunakan rumus:

$$d = 397 - (5,26 \times \text{SiO}_2) + (35,04 \times \% \text{K}_2\text{O})$$

Hasil plotting pada diagram prosentase SiO₂ dan K₂O untuk menentukan afinitas magma dan jenis batuan [9] menunjukkan afinitas magma *Calc-Alkaline Suite* dengan batuan *Basaltic Andesite* (Gambar 7). Hasil plotting pada gambar *Benioff Zone* untuk mengetahui afinitas magma (Withford, 1975) menunjukkan kedalaman 146 kilometer pada jalur Benioff yang menunjukkan afinitas magma *Calc-Alkaline* (Gambar 8).



Gambar 7. Plotting data pada diagram prosentase SiO₂ dan K₂O untuk menentukan afinitas magma dan jenis batuan [9]



Gambar 8. Plotting data pada Benioff Zone untuk mengetahui afinitas magma (Withford, 1975)

Pembahasan

Berdasar analisis petrografi dan geokimia dapat diketahui batuan beku pada lokasi penelitian merupakan batuan beku jenis andesit basaltik dengan afinitas magma *calc-alkali*. Magma *calc-alkali* menurut Wilson (1989) dapat menunjukkan *tectonic setting*, *volcanic feature*, dan SiO_2 range (Tabel 2). Berdasarkan data sampel dapat diinterpretasikan daerah penelitan berupa batas lempeng dengan tipe destruktif (konvergen), dengan *volcanic feature island arc* atau *continental margin*, dengan SiO_2 range basalt dan diferensiasinya. Dari hasil penelitian yang menunjukkan batu andesit basaltik dapat diinterpretasikan lokasi penelitian mempunyai tataan tektonik busur kepulauan vulkanik hasil konvergensi. Hasil ini sesuai dengan Hall [1] yang mengemukakan bahwa Pulau Jawa terbentuk sebagai hasil konvergensi tipe subduksi antara lempeng Indo-Australia yang bergerak utara menyisip ke bawah lempeng eurasia yang bergerak relatif ke utara sejak Zaman Kenozoikum.

Tabel 2. Karakteristik seri magma asosiasinya dengan tataan tektonik (gambar ulang Wilson, 1989)

<i>Tectonic Setting</i>	<i>Plate Margin</i>		<i>Within Plate</i>	
	<i>Convergent (destructive)</i>	<i>Divergent (constructive)</i>	<i>Intra-oceanic</i>	<i>Intra-continental</i>
<i>Volcanic Feature</i>	<i>Island arcs, active continental margins</i>	<i>Mid-oceanic ridges, back-arc spreading centres</i>	<i>Oceanic island</i>	<i>Continental rift zone, continental flood-basalt provinces</i>
<i>Characteristic magma series</i>	<i>Thoelitic Calc-alkaline Alkaline</i>	<i>Thoelitic - -</i>	<i>Thoelitic - Alkaline</i>	<i>Thoelitic - Alkaline</i>
<i>SiO₂ range</i>	<i>Basalt and differentiates</i>	<i>Basalt</i>	<i>Basalt and differentiates</i>	<i>Basalt and differentiates</i>

4. KESIMPULAN

1. Genesa batuan beku berasal dari magma andesit basaltik dengan afinitas *calc-alkali* pada *island arc* dengan tataan tektonik subduksi
2. Indikasi mineralisasi pada lokasi penelitian dilihat dari mineral yang berubah. Hal ini menunjukkan adanya proses hidrothermal dengan konsentrasi rendah. Maka perlu dilakukan penelitian lanjut pada pusat vulkanisme berkaitan dengan keterdapatan mineral ekonomis.

5. SARAN

1. Diperlukan pemetaan singkapan batuan beku pada daerah penelitian dengan skala yang lebih luas sehingga diketahui persebaran batuan yang sejenis.
2. Diperlukan analisa geokimia pada singkapan lain untuk pembanding dari hasil penelitian yang sudah ada.
3. Diperlukan adanya pengukuran arah aliran lava untuk mengetahui pusat erupsi yang kemungkinan memiliki tingkat hidrothermal yang lebih kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terimakasih kepada Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral Institut Teknologi Nasional Yogyakarta atas dukungan yang diberikan. Bapak Oky Sugarbo S.T. M.Eng. selaku dosen pendamping yang memberi masukan serta saran dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hall, R., 1995, Plate Tectonic Reconstruction of the Indonesian Region, *Proceedings Indonesian Petroleum Association, Tweny Fourth Annual Convention*, October 1995
- [2] Nelson, S. A., 2015, *Magmas and Igneous Rocks*, Tulane University, UK
- [3] Hartono, H.G., 2010, *Petrologi Batuan Beku dan Gunungapi*, Unpad Press, Jatinangor
- [4] van Bemmellen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia, Vol IA (General Geology Of Indonesia)*, The Hauge, Government Printing Office
- [5] Prasetyadi, C., Sudarno, I. Indranadi, VB. dan Surono, 2011, Pola dan Genesa Struktur Geologi Pegunungan Selatan, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah, *Jurnal Sumber Daya Geologi* Vol. 21 No. 2 April 2011
- [6] Surono. Toha, B. dan Sudarno I., 1992, *Peta Geologi Lembar Surakarta-Giritontro, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- [7] Anshori, C., 2007, Petrogenesis Basalt Sungai Medana Karangsembung, Berdasarkan Analisis Geokimia, *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan* Jilid 17 No. 1 (2007) 37 - 50
- [8] Gill, R., 2010, *Igneous Rock and Processes: A Practical Guide*, Departement of Earth Sciences, Royal Holloway, University of London. Willey-Blackwell
- [9] Peccerillo, A. dan Taylor, S.R., 1976, Geochemistry of eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey, *Contr. Mineral. and Petrol.*, 58, 63–81