

Geokimia Fragmen Breksi Andesit Peniron Pada Daerah Cendana Kabupaten Banjarnegara Jawa Tengah

Nava Nelandri Tamaela¹, Theophilia Listyani Retno Astuti², Oky Sugarbo³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : lis@itny.ac.id

ABSTRAK

Daerah penelitian berada pada Desa Cendana, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah yang merupakan bagian dari Jalur Sunda dengan kondisi fisiografi Serayu Selatan. Dengan aktivitas vulkanisme dan juga sedimentasi yang cukup intens. Pada daerah penelitian terdapat beberapa breksi dengan ciri fisik batuan yang membedakan tiap satuannya baik dari fragmen maupun matriksnya. Atas dasar tersebut diperlukan adanya kajian terkait petrogenesa fragmen andesit pada breksi Satuan Breksi Andesit Peniron untuk mengetahui proses terbentuknya fragmen breksi. Dimana pada penelitian ini peneliti menggunakan analisis geokimia berupa XRF (*X-ray fluorescence*) untuk mengetahui nama batuan, komposisi magma, afinitas magma, diferensiasi magma, temperature pembekuan dan kedalaman asal magma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fragmen breksi andesit dari Satuan Breksi Andesit peniron ini memiliki komposisi magma basalt andesitic yang telah mengalami diferensiasi magma tahap akhir yang mengubah komposisi magma menjadi intermediet yang terbentuk pada mekanisme konvergen (*orogenic*) pada kedalaman $\pm 175,28$ Km dan suhu ± 1020 oC.

Kata kunci: Fragmen Breksi Andesit, Petrogenesa, XRF, Banjarnegara.

ABSTRACT

The research area is in Cendana Village, Banjarnegara Regency, Central Java Province which is part of the Sunda Line with the physiological conditions of South Serayu. With quite intense volcanism and sedimentation activity. In the study area there are several breccias with physical rock characteristics that distinguish each unit from both the fragments and the matrix. On this basis, it is necessary to study the petrogenesis of andesite fragments in the Peniron Andesite Breccia Unit to determine the process by which breccia fragments are formed. Where in this study researchers used geochemical analysis in the form of XRF (X-ray fluorescence) to determine rock names, magma composition, magma affinity, magma differentiation, freezing temperature and magma origin depth. The results showed that the andesitic breccia fragments from the Peniron Andesitic Breccia Unit have a basalt andesitic magma composition that has undergone late-stage magma differentiation which changes the composition of the magma to an intermediate formed in a convergent (orogenic) mechanism at a depth of ± 175.28 Km and a temperature of ± 1020 °C.

Keyword : *Andesite Breccia Fragment, Petrogenesa, XRF, Banjarnegara.*

PENDAHULUAN

Geologi adalah salah satu cabang ilmu kebumihan, yang secara khusus mempelajari pada bagian kulit bumi dengan penekanan pada pembahasan materi, komposisi serta proses-proses yang terjadi. Proses-proses tersebut seringkali berkaitan dengan kehidupan manusia dan lingkungannya. Hal ini menjadi topik menarik untuk dipelajari dari pemetaan pada daerah penelitian. Secara fisiografi, daerah penelitian termasuk dalam zona Serayu Selatan (van Bemmelen, 1949). Dalam Peta Geologi Regional Lembar Banjarnegara-Pekalongan (Condon, dkk 1996) diketahui bahwa daerah penelitian tersusun atas Formasi Waturanda (Tmw), Formasi Peniron (Tpp), Anggota Breksi Formasi Liggung (Qtlb) dan Endapan Undak (Qt). Daerah penelitian tersusun oleh beberapa jenis breksi contohnya pada Formasi Peniron tersusun oleh breksi andesit dengan matriks berupa tuf plagioklas.

Batuan beku dapat terbentuk di dalam bumi atau batuan beku intrusif dan dipermukaan bumi atau batuan beku ekstrusif. Perjalanan proses pembentukan dari magma menjadi batuan ini akan dapat mengungkap banyak cerita dibaliknya. Jarak subduksi ke pembentukan batuan juga akan mempengaruhi unsur kimia apa saja yang menyertainya. Pulau Jawa adalah bagian dari kepulauan busur vulkanik hasil subduksi lempeng Indo Australia yang bergerak ke utara menunjam ke bawah lempeng Eurasia. Subduksi menghasilkan fase ekstensi dan fase kompresi pada Kala Eosen yang menghasilkan cekungan pada Kala Paleogen dan 4 pola struktur utama. Pola Sunda berarah utara – selatan, Pola Meratus berarah baratdaya – timurlaut, Pola Sumatera berarah tenggara – barat laut, dan Pola Jawa berarah barat – timur.

Breksi Andesit Peniron daerah penelitian merupakan bagian dari aktivitas gunung api dan juga proses sedimentasi. Hal ini membuat peneliti tertarik untuk mempelajari petrogenesa dari fragmen breksi andesit ini dan juga karena belum ada kajian khusus mengenai genesis fragmen breksi andesit Peniron daerah penelitian dari peneliti sebelumnya. Oleh karena itu, penulis mencoba mengkaji studi khusus mengenai fragmen andesit breksi Peniron untuk mengetahui genesis berupa nama batuan, afinitas magma, lingkungan pembentukan magma serta kedalaman terbentuknya magma di daerah penelitian dengan menggunakan analisis geokimia, yaitu dengan menganalisis komponen utama kimia batuan dengan menggunakan metode XRF (*X-ray Fluorescence*). Geologi adalah salah satu cabang ilmu kebumiharian, yang secara khusus mempelajari pada bagian kulit bumi dengan penekanan pada pembahasan materi, komposisi serta proses-proses yang terjadi. Proses-proses tersebut seringkali berkaitan dengan kehidupan manusia dan lingkungannya. Hal ini menjadi topik menarik untuk dipelajari dari pemetaan pada daerah penelitian. Secara fisiografi, daerah penelitian termasuk dalam zona Serayu Selatan (van Bemmelen, 1949). Dalam Peta Geologi Regional Lembar Banjarnegara-Pekalongan (Condon, dkk 1996) diketahui bahwa daerah penelitian tersusun atas Formasi Waturanda (Tmw), Formasi Peniron (Tpp), Anggota Breksi Formasi Ligung (Qtlb) dan Endapan Undak (Qt). Daerah penelitian tersusun oleh beberapa jenis breksi contohnya pada Formasi Peniron tersusun oleh breksi andesit dengan matriks berupa tuf plagioklas.

Batuan beku dapat terbentuk di dalam bumi atau batuan beku intrusif dan dipermukaan bumi atau batuan beku ekstrusif. Perjalanan proses pembentukan dari magma menjadi batuan ini akan dapat mengungkap banyak cerita dibaliknya. Jarak subduksi ke pembentukan batuan juga akan mempengaruhi unsur kimia apa saja yang menyertainya. Pulau Jawa adalah bagian dari kepulauan busur vulkanik hasil subduksi lempeng Indo Australia yang bergerak ke utara menunjam ke bawah lempeng Eurasia. Subduksi menghasilkan fase ekstensi dan fase kompresi pada Kala Eosen yang menghasilkan cekungan pada Kala Paleogen dan 4 pola struktur utama. Pola Sunda berarah utara – selatan, Pola Meratus berarah baratdaya – timurlaut, Pola Sumatera berarah tenggara – baratlaut, dan Pola Jawa berarah barat – timur.

Breksi Andesit Peniron daerah penelitian merupakan bagian dari aktivitas gunung api dan juga proses sedimentasi. Hal ini membuat peneliti tertarik untuk mempelajari petrogenesa dari fragmen breksi andesit ini dan juga karena belum ada kajian khusus mengenai genesis fragmen breksi andesit Peniron daerah penelitian dari peneliti sebelumnya. Oleh karena itu, penulis mencoba mengkaji studi khusus mengenai fragmen andesit breksi Peniron untuk mengetahui genesis berupa nama batuan, afinitas magma, lingkungan pembentukan magma serta kedalaman terbentuknya magma di daerah penelitian dengan menggunakan analisis geokimia, yaitu dengan menganalisis komponen utama kimia batuan dengan menggunakan metode XRF (*X-ray Fluorescence*).

METODE PENELITIAN

Secara administrasi daerah penelitian terletak pada Daerah Cendana, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. Daerah penelitian memiliki koordinat 358800 – 9177200 mE dan 364800 – 9186200 mN, dengan luas kaplingan $\pm 54 \text{ KM}^2$ (9 Km x 6 Km). Berdasarkan Lembar Geologi Regional, daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Banjarnegara Pekalongan (Condon dkk, 1996).



Gambar 1. Peta lokasi dan kesampaian daerah penelitian (Google Maps, 2021).

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti di lapangan adalah metode pemetaan geologi permukaan. Metode ini meliputi pengamatan, pemerian dan pengukuran langsung di lapangan pada kenampakan data-data dan kondisi geologi yang tersingkap berupa data singkapan batuan, struktur geologi, sumber dan bencana alam. Metode analisis geokimia merupakan metode analisis paling akurat dikarenakan menggunakan metode XRF yang didasarkan atas kuantitas kandungan geokimia setiap unsur batuan. Analisa sampel batuan dilakukan menggunakan perangkat PANalytical Axios mAX - Petro oleh Laboratorium Radiasi Yogyakarta - BRIN dan analisis petrografi dilakukan peneliti di laboratorium Hardrock teknik geologi kampus Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY).

Adapun Metode analisis kandungan geokimia secara umum menggunakan beberapa metode antara lain yaitu metode XRF (*X-ray Fluorescence*) Spektrometry, AAS (*Atomic Absorption spectrometry*), kromatografi, kolorimetri,

spektroskopi dan UV-Vis. Dari beberapa metode tersebut, peneliti memilih menggunakan metode XRF (*X-ray Fluorescence*) dikarenakan metode ini menghasilkan data dalam angka (kuintitas) yang lebih akurat, efektif, ekonomis dan efisien.

XRF (*X-ray fluorescence spectrometry*) merupakan teknik analisis non-destruktif yang digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada padatan, bubuk ataupun sample cair. XRF mampu mengukur elemen dari berilium (Be) hingga Uranium pada level *trace element*, bahkan dibawah level ppm. Secara umum, XRF spektrometer mengukur panjang gelombang komponen material secara individu dari emisi flourosensi yang dihasilkan sampel saat diradiasi dengan sinar-X. Hasil analisis geokimia kemudian diolah ke excel kemudian plotting hasil analisis diagram klasifikasi yang dibutuhkan. Selain itu peneliti juga menggunakan mikroskop polarisator Olympus CX 31P untuk membantu pengamatan komposisi mineralogi batuan, struktur, tekstur & jenis batuan secara mikroskopis

Sampel yang diuji kandungan senyawa oksida utamanya adalah sampel permukaan, dalam hal ini adalah sampel LP 31. Adapun Metode pengambilan sampel dilakukan dengan syarat sampel harus segar tidak lapuk, teroksidasi maupun teralterasi, diusahakan mewakili litologi yang akan dianalisis. Jumlah sampel secukupnya dengan ukuran kurang lebih 20 gram.

HASIL DAN ANALISIS

Secara megaskopis fragmen breksi andesit Peniron memiliki ciri fisik warna lapuk coklat kehitaman dan warna segar abu-abu cerah, memiliki tekstur berupa granularitas porfiritik, derajat kristalinitas hipokristalin, relasi inequgranular, struktur masif serta komposisi mineral berupa plagioklas, kuarsa dan feldspar. Berdasarkan kesebandingan dengan stratigrafi kesebandingan umur secara regional menurut Condon dkk 1996, yaitu Satuan Breksi Andesit Peniron berumur Pliosen.

Secara mikroskopis sayatan memiliki ciri tekstur granularitas porfiritik, derajat kristalinitas hipokristalin, relasi inequgranular dengan komposisi mineral plg 47.5%, Px 3.25%, Fls 3.75%, Hb 1.25%, Opq 0.5%, Qz 1.75%, Rg 0.5%, dan md 41% *Andesite* (Streckeisen, 1978).



Gambar 2. Kenampakan Breksi Andesit Peniron pada LP 31 dengan arah foto N 195°E.

Peneliti mengambil contoh fragmen breksi sebanyak satu sampel seukuran *hand specimen* pada LP 31. Sampel batuan selanjutnya dianalisis dengan instrumen terkait di laboratorium BATAN, untuk menentukan kadar (%) beberapa senyawa utama Al_2O_3 (Alumunium Oksida), CaO (Kapur Tohor), Fe_2O_3 (Ferri Oksida), K_2O (Kalium Oksida), MgO (Magnesium Oksida), MnO (Mangan Oksida), Na_2O (Natrium Oksida), P_2O_5 (Difosforus Pentaoksida), SiO_2 (Silika), S (Sulfur), TiO_2 (Titanium Dioksida) dengan menggunakan metode analisis XRF (*X-ray fluorescence spectrometry*).

Hasil analisis uji kandungan senyawa kimia oksida fragmen breksi andesit Peniron di laboratorium (Lampiran Terkait Hasil Analisis Geokimia) menunjukkan terdiri dari dua puluh tujuh senyawa. Hasil analisis geokimia tersebut sebelum dinormalisasi, seperti yang tertera pada tabel (Tabel 2). Dari hasil analisis geokimia didapatkan hasil unsur oksida utama seperti pada tabel yang telah dilakukan normalisasi (Tabel 3). Berdasarkan data geokimia tersebut dapat digunakan untuk mengetahui antara lain afinitas magma, tahap diferensiasi, suhu pembentukan dan nama batuan.

Tabel 2. Hasil analisis geokimia senyawa oksida fragmen breksi andesit sebelum normalisasi (hasil uji lab. Radiasi Yogyakarta BRIN).

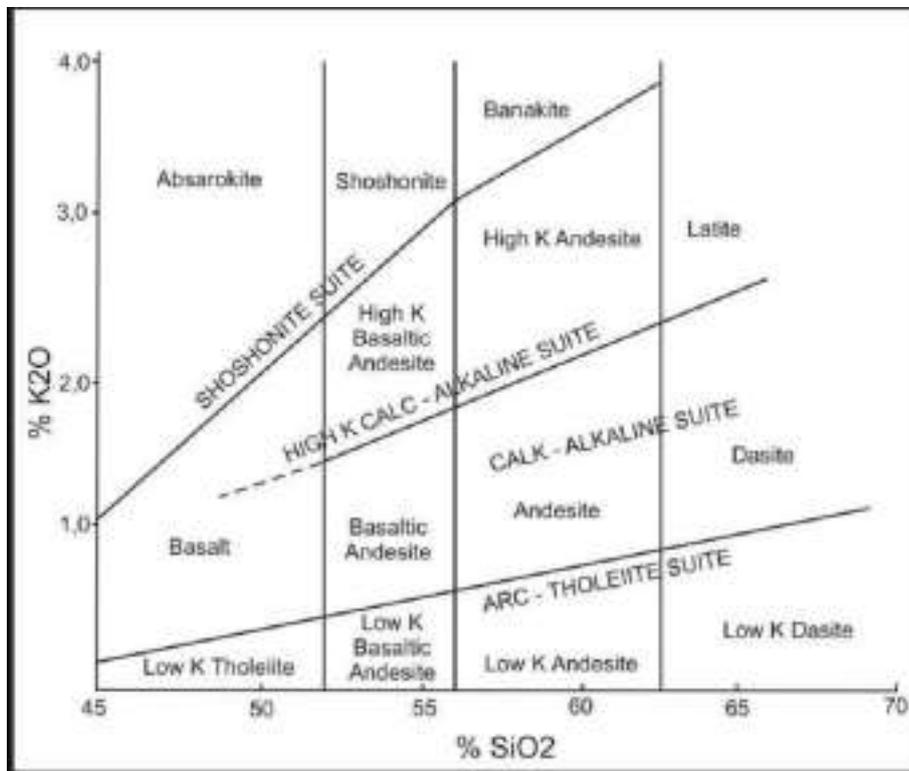
No	Unsur Oksida Utama	(% Berat)
1	SiO ₂	29.52
2	TiO ₂	0.64
3	Al ₂ O ₃	8.72
4	Fe ₂ O ₃	6.78
5	MnO	0.11
6	MgO	0.23
7	CaO	5.54
8	Na ₂ O	-
9	Cr ₂ O ₃	-
10	K ₂ O	1.23
11	P ₂ O ₅	-
Total		52.77

Tabel 3. Hasil analisis geokimia senyawa oksida fragmen breksi andesit setelah dinormalisasikan.

Unsur	Presentase	Normalisasi
SiO ₂	29.52	55.94
TiO ₂	0.64	1.21
Al ₂ O ₃	8.72	16.52
Fe ₂ O ₃	6.78	12.85
MnO	0.11	0.21
MgO	0.23	0.44
CaO	5.54	10.50
Na ₂ O	0	0
Cr ₂ O ₃	0	0
K ₂ O	1.23	2.33
P ₂ O ₅	0	0
Total	52.77	100

Hasil analisis laboratorium yang dimasukan atau di plotting dalam beberapa klasifikasi menghasilkan hasil berupa:
1. Nama Batuan

Adapun peneliti melakukan perhitungan secara langsung terhadap kandungan persentase SiO₂ berdasarkan klasifikasi menurut Peccerillo dan Taylor (1976) batuan yang dianalisis termasuk ke jenis batuan *High K Basaltic Andesite* (Gambar 3)



Gambar 3. Hasil *plotting* menggunakan klasifikasi Peccerillo dan Taylor (1976), berdasarkan data primer analisis geokimia.

2. Komposisi Magma

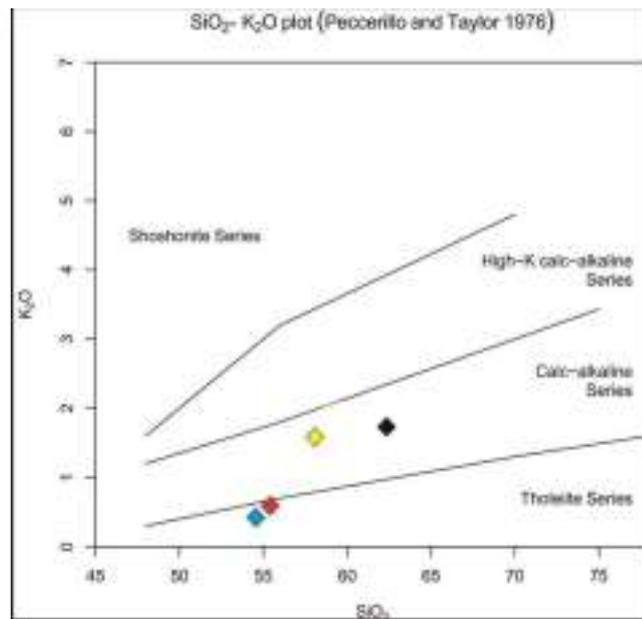
Pada analisis komposisi magma jenis magma dan komposisi magma (Peccerillo dan Taylor (1976), dalam Hartono 2010), maka berdasarkan kandungan SiO₂% komposisi magmanya Andesit (Tabel 4).

Tabel 4. Analisis Jenis magma dan komposisi magma menurut (Peccerillo dan Taylor (1976), dalam Hartono 2010).

No.	Sampel	SiO ₂ (%)	Komposisi Magma
1.	LP 31	55,94	Andesit Basal

3. Afinitas Magma

Penentuan afinitas magma dapat dilakukan dengan menggunakan klasifikasi Pecerillo dan Taylor, (1976) mengacu pada kandungan persen berat SiO₂ vs K₂O, LP 01 masuk ke dalam *Hight K Calc Alkaline Series* (Gambar 4).

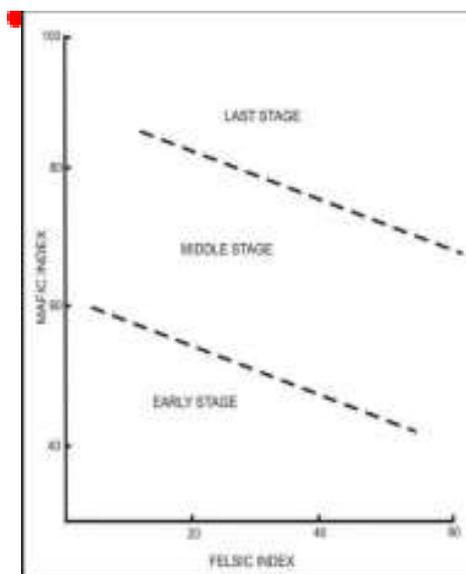


Gambar 4. Hasil *plotting* menggunakan klasifikasi Peccerillo dan Taylor (1976), berdasarkan data primer analisis geokimia.

4. Diferensiasi Magma

Berdasarkan hasil pengeplotan pada diagram Thornton & Tuttle 1960, diketahui sampel fragmen breksi andesit Peniron memiliki mafik indeks = 96,69 dan felsik indeks = 18,16, berdasarkan nilai mafik indeks vs felsik indeks sampel telah mengalami proses diferensiasi tingkat terakhir atau *last stage* (Gambar 5). Rumus yang digunakan adalah:

- Mafic Index: $MI = 100 (FeO + Fe_2O_3) / FeO + Fe_2O_3 + MgO$
- Felsic Index: $FI = 100 (Na_2O + K_2O) / Na_2O + K_2O + CaO$

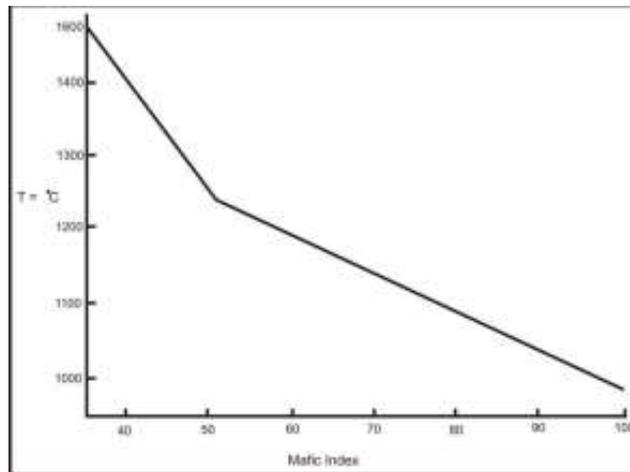


Gambar 5. Hasil *plotting* menggunakan klasifikasi Thornton dan Tuttle, (1960), berdasarkan data primer analisis geokimia.

5. Temperatur Pembekuan

Pendugaan temperatur pembekuan magma dapat menggunakan klasifikasi menurut Tilley (1964) dengan mengetahui besarnya nilai indeks mafik.

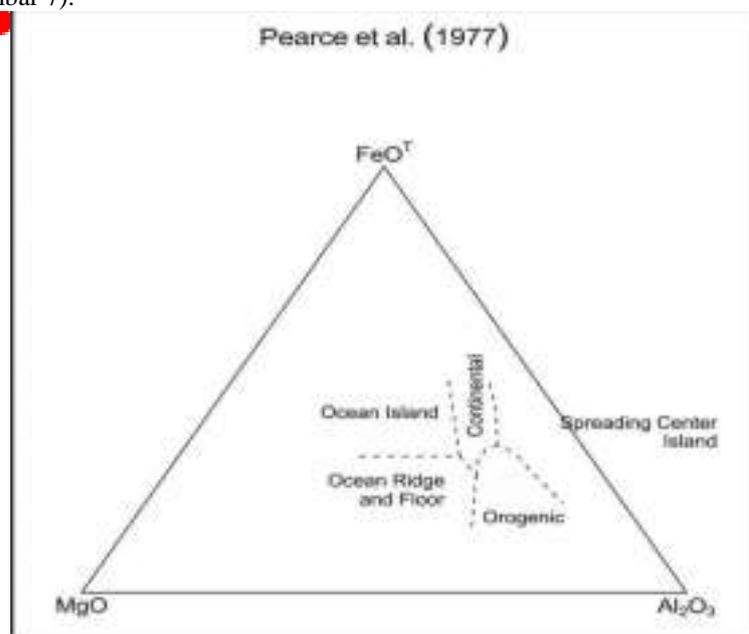
Diketahui besarnya nilai indeks mineral hitam (MI) sampel fragmen breksi andesit Peniron adalah 96,69. Maka, berdasarkan hasil plottingan klasifikasi Tiley (1964), sampel Batuan Intrusi suhu $> 1000 - < 1100$ C, hasil plotting pada LP 31 adalah ± 1020 (Gambar 6).



Gambar 6. Hasil *plotting* menggunakan klasifikasi Tiley, (1964) berdasarkan data primer analisis geokimia.

6. Tatanan Tektonik Asal Magma

Berdasarkan hasil persentase senyawa FeO Total, MgO & Al₂O₃ berdasarkan klasifikasi oleh Pearce (1977), maka diinterpretasikan bahwa tatanan tektonik pembentuk magma dari Batuan Intrusi sampel LP 31 berasal dari tataan tektonik *orogenic* (Gambar 7).

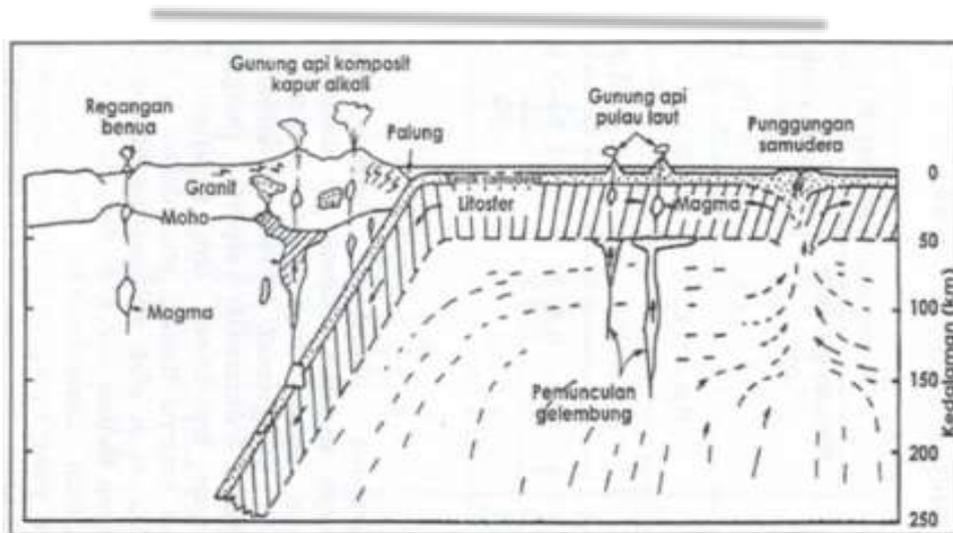


Gambar 7. Hasil plotting tektonik pembentuk magma menurut Pearce (1977).

7. Penentuan Kedalaman Magma Asal

Proses tunjaman akan menghasilkan panas jalur penekukan, sehingga aliran panas yang tinggi dapat menimbulkan aktivitas magma pada jalur Benioff. Diferensiasi atau asimilasi magma dengan kerak bumi yang dilaluinya saat bergerak ke atas sebagai pluton atau vulkanisme akan mengakibatkan perubahan komposisi magma. Atas dasar pemikiran tersebut Hutchinson (1977) menyusun rumus untuk mengetahui kedalaman magma berdasarkan kandungan SiO₂ dan K₂O. Untuk menentukan kedalaman magma asal, digunakan rumus sebagai berikut : $h = [320 - (3.65$

$\times \%SiO_2] + (25.52 \times \%K_2O)$ (h : kedalaman vertikal magma). Didapati magma terbentuk pada kisaran antara $\pm 175,28$ Km. (Gambar 8).



Gambar 8. Plotting hasil perhitungan kedalaman sumber magma dengan tektonik lempeng (Ringwood, 1969, sdalam Hartono 2010).

Secara geomorfologi fragmen breksi andesit Peniron masuk kedalam satuan perbukitan denudasional. Secara geologi regional singkapan merupakan breksi andesit yang berumur Pliosen Condon dkk (1996).

Dari hasil Analisa lab dengan menggunakan metode XRF didapati bahwa komposisi fragmen breksi andesit dari sampel LP 31 mengarah ke basal andesit. Adapun persentase kandungan SiO_2 sampel fragmen breksi andesit Peniron sebesar 55,94% dimana sampel breksi andesit Peniron memiliki komposisi *Basalt andesitic* (Le Bas, 1986), memiliki suhu pembekuan sekitar ± 1020 °C yang telah mengalami tahap diferensiasi magma terakhir Peccerilo dan Taylor (1976).

Berdasarkan hasil *ploting* jenis magma dari sampel batuan intrusi, sampel ini masuk dalam kelompok seri *High-K calc-alkaline* (Peccerilo dan Taylor, 1976), diinterpretasikan fragmen batuan ini berasal dari sumber atau dapur magma berada di sekitar $\pm 175,280$ Km pada hasil perhitungan zona kedalaman zona beniof yaitu 175,28 Km dan terletak pada zona tumbukan subduksi.

Afinitas magma menurut Wilson (1989) dapat menunjukkan *tectonic setting*, *volcanic feature*, dan SiO_2 range (Tabel 5). Magma dengan afinitas *High-K calc-alkaline* diinterpretasikan pada tabel wilson menunjukkan magma pada daerah penelitian dihasilkan dari pada batas lempeng dengan tipe destruktif(konvergen), yang menghasilkan *volcanic feature island arc* atau *continental margin*, dengan SiO_2 range basalt dan diferensiasinya.

Tabel 5. Ciri – ciri seri magma yang berasosiasi dengan tataan

Tectonic Setting	Plate Margin		Within Plate	
	Convergent (destructive)	Divergent (constructive)	Intra-oceanic	Intra-continental
Volcanic feature	Island arcs, active continental margins	Mid-oceanic ridges back-ar spreading centres	Oceanic island	Continental rift zones continental flood-basalt provinces
Characteristic magma series	Tholeiitic Calc-alkaline Alkaline	Tholeiitic - -	Tholeiitic - Alkaline	Tholeiitic - Alkaline
SiO_2 range	Basalt and differentiates	Basalts	Basalt and differentiates	Basalt and differentiates

Disimpulkan bahwa sampel fragmen breksi andesit terbentuk dari tektonik dengan mekanisme konvergen yang menghasilkan tataan *Continental arc tholeiite* yang dikenal sebagai bagian dari sabuk magmatisme berumur Oligo-

Miosen (Soeria-Atmadja, 1994), kemudian hasil plotting tektonik pembentuk magma menurut Pearce (1977) daerah penelitian masuk ke dalam kategori *orogenic*. Maka, berdasarkan hasil simpulan-simpulan tersebut ditarik kesimpulan bahwa perkembangan magmatisme di daerah penelitian dan regional sekitarnya berada pada bagian *intermediate* atau menengah.

Pertemuan antara kerak samudra dan kerak benua membentuk subduksi yang menyebabkan aktivitas magmatisme berlangsung. Sampel fragmen breksi terbentuk pada kedalaman 175,28 Km dengan komposisi magma intermediet yang diakibatkan karena adanya diferensiasi magma dari basalt menjadi andesit. Magma tersebut kemudian keluar secara eksplosif dalam bentuk lahar panas yang mana nantinya membentuk satuan breksi andesit Peniron.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian lapangan, analisis laboratorium dan analisis studio didapatkan bahwa:

1. Stratigrafi daerah penelitian tersusun atas Satuan Breksi Polimik Waturanda, Satuan Breksi Andesit Peniron, Satuan Breksi Andesit Ligung dan Satuan Endapan Undak.
2. Fragmen andesit peniron pada daerah penelitian memiliki komposisi magma *Basal andesitic* dengan suhu $\pm 1020^{\circ}\text{C}$. Magma pada daerah penelitian termasuk pada kelompok seri *High K Calc Alkaline* dengan kedalaman ± 175 280 Km dan terbentuk dari tektonik dengan mekanisme konvergen yang menghasilkan *Orogenic* yang telah mengalami tahap diferensiasi magma pertengahan (*Intermediet*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta sebagai institusi penulis berasal dan juga terimakasih banyak kepada keluarga dan teman-teman yang telah banyak membantu baik secara moril maupun materi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. W.H. Condon, dkk. 1996. Peta Geologi Lembar Banjarnegara-Pekalongan, skala 1: 100.000. Puslitbang Geologi, Bandung.
- [2]. Streckeisen, A. L., Zanettin, B. A., Le Bas, M. J., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., & Woolley, A. R. 2002. Igneous rocks; a classification and glossary of terms; recommendations of the International Union of Geological Science Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Cambridge University Press, Cambridge, 236.
- [3]. Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M. dan Priadi, B., 1994. The Tertiary Magmatic Belts in Java. Journal of SE-Asian Earth Sci., vol.9, no.1/2, hal.13-27.
- [4]. Van Bemmelen, R.W., 1949, The Geology of Indonesia, General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, Martinus Nijhoff The Hague, Vol. IA 732 p. W.H. Condon, dkk. 1996. Peta Geologi Lembar Banjarnegara-Pekalongan, skala 1: 100.000. Puslitbang Geologi, Bandung.
- [5]. Streckeisen, A. L., Zanettin, B. A., Le Bas, M. J., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., & Woolley, A. R. 2002. Igneous rocks; a classification and glossary of terms; recommendations of the International Union of Geological Science Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Cambridge University Press, Cambridge, 236.
- [6]. Soeria-Atmadja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro, H., Polve, M. dan Priadi, B., 1994. The Tertiary Magmatic Belts in Java. Journal of SE-Asian Earth Sci., vol.9, no.1/2, hal.13-27.
- [7]. Van Bemmelen, R.W., 1949, The Geology of Indonesia, General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, Martinus Nijhoff The Hague, Vol. IA 732 p.