

EVOLUSI PLAGIOKLAS DAN KARAKTERISTIK GEOKIMIA LAVA BASALT GUNUNGAPI PURBA MENGANTI, KEBUMEN, JAWA TENGAH

PLAGIOCLASE EVOLUTION AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF BASALTIC LAVA OF MENGANTI PALEOVOLCANO, KEBUMEN, CENTRAL JAVA.

Fadlin*¹, Astika Aulia Rahmi², & Wildan Nur Hamzah³

*Email: fadlin@unsoed.ac.id

^{1,2}Teknik Geologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

³Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung, Bandung

Abstrak—Keberadaan jalur subduksi memiliki karakteristik magmatisme dan vulkanisme yang berbeda. Karakteristik ini akan tercermin pada morfologi gunungapi, karakteristik letusan, asosiasi batuan terutama karakteristik mineralogi dan geokimia batuan beku tersebut, sehingga penelitian detil berkaitan dengan karakteristik mineralogi dan geokimia batuan beku sangat dibutuhkan untuk memahami genesa magmatisme dan vulkanisme di daerah tersebut. Lokasi penelitian berada di Pantai Menganti, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Metode penelitian yang digunakan yaitu analisis petrografi untuk mengetahui komposisi mineral penyusun lava basalt, lebih jauh lagi untuk mengidentifikasi evolusi mineral plagioklas dan analisis geokimia ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*) untuk mengetahui kandungan unsur jejak (*trace element*) dan unsur tanah jarang (*Rare Earth Element/REE*). Evolusi plagioklas penyusun lava basalt Pantai Menganti berupa penurunan komposisi nilai An (*Anorthite*), labradorit (An_{52-59}) menjadi andesine-labradorit (An_{43-50}) karena dikontrol oleh diferensiasi magma normal berupa fraksinasi kristal, dalam hal ini tidak menunjukkan adanya *magma mixing*. Berdasarkan kajian geokimia didapatkan hasil berupa afinitas magma pembentukan lava basalt di daerah penelitian berada pada tholeitik hingga transisi dengan tatanan tektonik berupa *Active Continental Margin* (ACM).

Kata kunci — Gunungapi Purba Menganti, Petrologi, Unsur jejak, Tholeitik, *Active Continental Margin* (ACM).

Abstract—The existence of the subduction zone has a different magmatism and volcanism characteristics, which will be reflected in the morphology of volcanoes, type of eruption, rock associations, especially about mineralogy and geochemical characteristics of that igneous rocks, so that detailed study relates to mineralogical and geochemical characteristics of igneous rocks is needed to determine the genesis of magmatism and volcanism in the area. The research area is situated at Menganti Beach, District of Ayah, Kebumen Regency, and Central Java. The study method is petrographic analysis method to determine the mineral composition of Menganti basaltic lava, furthermore to interpret the evolution of plagioclase minerals and geochemical analysis to identify trace element and rare earth element (REE) using ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*). The evolution of plagioclase of Menganti basaltic lava is a decrease of An (*Anorthite*) content, in this case from labradorite (An_{52-59}) to andesine-labradorite (An_{43-50}) because it is controlled by normal differentiation of magma (crystal fractionation), in this case, does not indicate the magma mixing. According to the result of geochemical study of the formation of magma affinity of Menganti basaltic lava in the research area is a tholeiitic to transition with the tectonic setting is *Active Continental Margin* (ACM).

Keywords —Menganti Ancient Volcano, Petrology, Trace elements, Tholeitic, *Active Continental Margin* (ACM)

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang termasuk ke dalam “*Ring of Fire*”. Hal ini disebabkan karena Indonesia yang secara tektonik dihasilkan dari aktivitas tiga lempeng besar berupa

lempeng Eurasia, lempeng Hindia-Australia yang bergerak relatif ke arah utara dan menunjam di bawah lempeng Eurasia sehingga menghasilkan suatu jalur subduksi, serta lempeng pasifik yang bergerak relatif ke arah barat. Tektonik pulau Jawa

disebabkan oleh adanya konvergensi Lempeng Hindia-Australia dan Eurasia. Hal ini menyebabkan kemunculan deretan gunungapi [1]. Keberadaan jalur subduksi tersebut menyebabkan karakteristik magmatisme yang cukup beragam. Keberagaman hasil proses magmatisme tersebut dapat dilihat dari produk berupa asosiasi batuan dan karakteristik geokimia batuan gunungapi.

Daerah penelitian berada di sekitar Pantai Menganti Desa Karangduwur. Secara regional lokasi penelitian termasuk ke dalam fisiografi Pegunungan Serayu Selatan [2] dan termasuk ke dalam Formasi Gabon yang berumur Oligosen hingga Miosen Awal dan Formasi Kalipucang yang berumur Miosen Tengah [3]. Batuan yang dijumpai di dalam Formasi Gabon mencerminkan produk hasil gunung api berupa lava basalt, breksi piroklastik, lava andesit serta intrusi andesit. Secara administratif daerah penelitian termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah [4] (Gambar-1).



Gambar-1. Peta lokasi penelitian [4].

Pegunungan Selatan Jawa banyak ditemukan batuan gunungapi berumur tersier yang terbentuk akibat pengaruh subduksi yang berumur Eosen Akhir hingga Miosen Awal [5]. Salah satu formasi batuan gunungapi tersier tersebut adalah Formasi Gabon yang terletak di Selatan Kebumen (Dome Karangbolong). Beberapa publikasi mengenai batuan beku gunungapi di Dome Karangbolong diantaranya adalah dilakukan [6] [7]. Pemetaan geologi berdasarkan konsep fasies gunungapi (*volcano stratigraphy*) daerah Karangduwur, Menganti, Dome Karangbolong yang dilakukan [6] menyimpulkan bahwa gunungapi purba Menganti merupakan salah satu gunungapi purba yang terbentuk di bawah laut, yang tersusun oleh lava basalt yang bertekstur kolom maupun bantal serta

hadir produk breksi hyaloklastik dan peperit yang dihasilkan dari kontak lava dengan *unconsolidate sediment*. Secara umum daerah Menganti terbagi menjadi 2 (dua) fasies yaitu *fasies central* dan *fasies proksimal* dari suatu sistem gunungapi. Dalam referensi [7] melakukan penelitian di Dome Karangbolong, tepatnya di daerah Ayah. Penelitian yang dilakukan [7] menjelaskan bahwa batuan beku yang tersebar di daerah Ayah, Dome Karangbolong tersebut merupakan batuan beku berjenis basalt-andesitik. Geometri batuan beku di daerah Ayah bertekstur kolom, namun diperkirakan sebagai intrusi dangkal (*shallow intrusion*) yang bersifat *tholeitic* hingga transisi calk-alkalin yang dibentuk oleh tatanan tektonik berupa ACM (*Active Continental Margin*). Data geokimia hasil *Normalized-multielement diagram trace element* dan *Rare Earth Element (REE)* terhadap nilai *primitive mantle* memiliki pola yang mirip dengan karakter unsur jejak pada gunungapi Galunggung [7]. Selain beberapa peneliti di atas, secara umum masih belum banyak dilakukan penelitian maupun publikasi pada kompleks Dome Karangbolong, sehingga sangat menarik untuk dilakukan penelitian yang lebih intensif di zona tersebut.

Penelitian ini difokuskan pada kondisi geologi, tatanan tektonik serta proses evolusi magma lava basalt berstruktur kolom di lokasi penelitian berdasarkan studi geokimia unsur jejak dan distribusi ukuran kristal, tekstur mineral plagioklas maupun evolusi plagioklas di kompleks gunungapi purba Menganti Dome Karangbolong, Kebumen, Jawa Tengah.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan secara umum dibagi 3 yaitu studi pustaka, penelitian lapangan (*field observation*) serta analisis laboratorium (*laboratory analysis*). Kajian pustaka berupa kajian terhadap data sekunder yang berhubungan dengan lokasi dan tema yang dibahas atau sebagai data pembanding terhadap studi yang sedang dilakukan. Observasi lapangan (*field observation*) yaitu melakukan pemetaan geologi dengan konsep pemetaan geologi permukaan serta dilakukan pengambilan sampel yang representatif secara random (*random sampling*) terhadap batuan beku sebanyak lima sampel untuk analisis petrografi dan geokimia. Analisis laboratorium (*laboratory analysis*) berupa analisis petrografi untuk mengetahui dan memahami mineral penyusun serta mengklasifikasi batuan dilakukan, analisis distribusi

ukuran kristal, tekstur plagioklas, serta jenis plagioklas untuk memahami evolusi plagioklas, kemudian analisis geokimia untuk mengetahui karakteristik geokimia lava basalt tersebut. Analisis petrografi di Laboratorium Petrografi Mineral dan Geologi Lingkungan, Teknik Geologi, Universitas Jenderal Soedirman. Analisis distribusi ukuran kristal, tekstur plagioklas, serta jenis plagioklas dilakukan di Laboratorium Petrologi, Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung. Analisis geokimia unsur jejak (*trace element*) dan REE (*rare earth element*) dilakukan di Laboratorium Teknik Geologi, Universitas Aachen RWTH (Jerman) dengan metode ICP-MS (*Inductive Couple Plasma Emission Mass Spectrometry*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Geologi Daerah Penelitian

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa satuan batuan daerah penelitian dari yang tua hingga muda terdiri dari satuan lava basalt, satuan breksi piroklastik, satuan lava andesit, satuan intrusi andesit dan satuan batugamping dapat dilihat pada Gambar-2 dan Gambar-3.

1) Satuan Lava Basalt

Satuan ini terdiri dari lava basalt dan breksi hyaloklastik. Karakteristik lava basalt secara megaskopis memiliki warna hitam dengan struktur singkapan berupa kekar kolom dan bantal. Pada permukaan batuan terdapat struktur vesikuler atau lubang-lubang tempat keluarnya gas pada saat pembekuan. Batuan ini memiliki tekstur afanitik dengan derajat kristalinitas hipokristalin. Karakteristik breksi hyaloklastik memiliki warna abu-abu gelap dengan tekstur berupa *jigsaw* (*puzzle*). Fragmen breksi hyaloklastik berupa basalt dengan tekstur batuan afanitik. Matriks breksi hyaloklastik berupa lempung karbonat.

2) Satuan Breksi Piroklastik

Satuan ini terdiri dari breksi berfragmen andesit-basalt. Satuan ini sebagian terbentuk karena dipengaruhi oleh gravitasi, hal itu dapat dilihat adanya lapisan fragmen yang paling besar diendapkan terlebih dahulu, kemudian diikuti oleh material yang lebih kecil. Karakteristik breksi piroklastik daerah penelitian secara megaskopis memiliki warna hitam hingga abu-abu kecoklatan, *grain supported*, memiliki sortasi buruk, kemas terbuka. Fragmen berupa basaltik-andesitik dengan matriks berupa tuff, litik dan pecahan gelas.

3) Satuan Lava Andesit

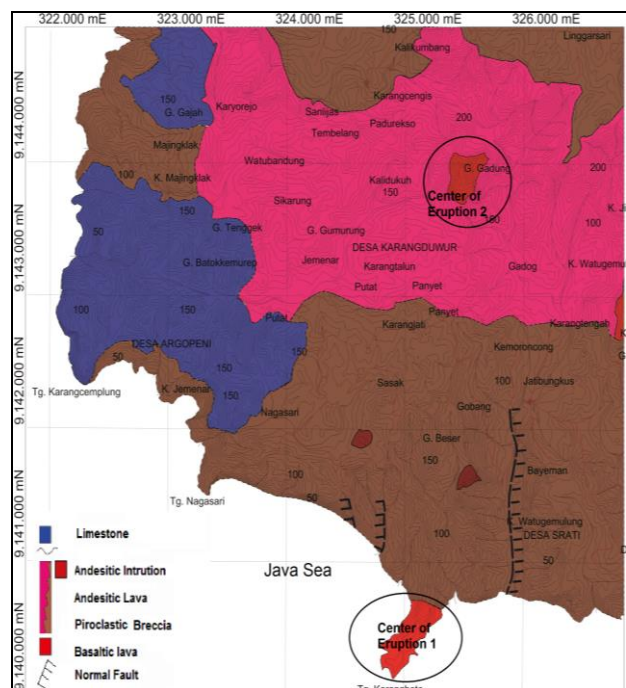
Satuan lava andesit terdiri dari lava andesit dengan tekstur aliran hingga masif. Lava andesit ini memiliki warna abu-abu gelap hingga terang. Kondisi beberapa singkapan yang dijumpai dalam keadaan lapuk ringan hingga sedang. Karakteristik secara megaskopis memiliki tekstur porfiritik yang ditandai dengan adanya fenokris yang tertanam pada massa dasar.

4) Satuan Intrusi Andesit

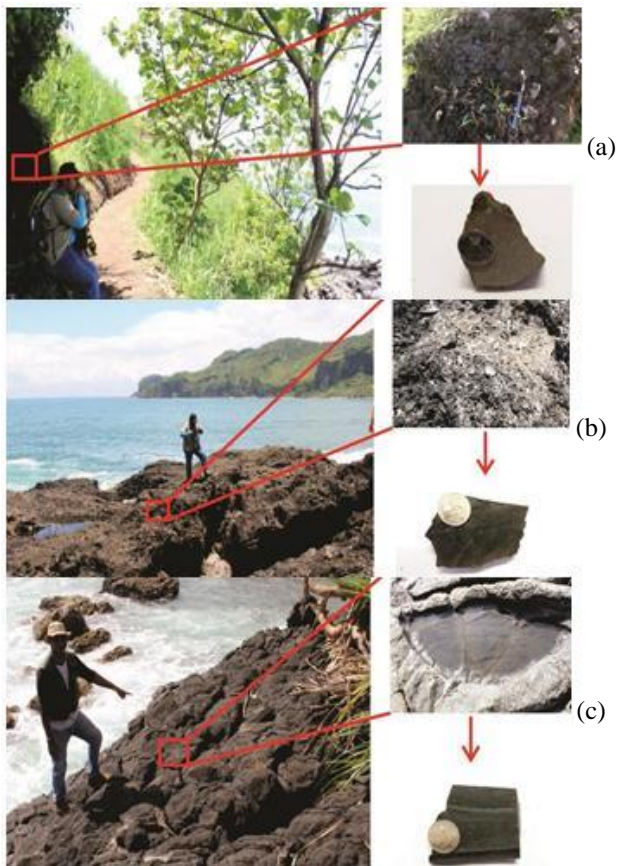
Satuan intrusi andesit ini memiliki warna abu-abu gelap, secara megaskopis intrusi pada bagian timur daerah penelitian daerah Karangtengah berwarna abu-abu terang, memiliki tekstur berupa porfirik dengan mineral amfibol sebagai fenokrisnya. Pada intrusi ini ditemukan xenolit berupa lava basalt. Kondisi singkapan dalam keadaan lapuk sedang. Di sekitar tubuh intrusi terdapat beberapa lokasi yang telah mengalami alterasi dan mineralisasi berupa mineral pirit.

5) Satuan Batugamping

Satuan batugamping terdiri dari batugamping terumbu. Pada satuan ini ditemukannya gua yang memiliki stalaktit dan stalakmit sebagai produk dari hasil pelarutan batugamping. Secara megaskopis karakteristik batugamping terumbu ini berwarna *cream* agak kecoklatan dengan struktur bioherm. Singkapan ditemukan dalam kondisi segar hingga lapuk ringan.



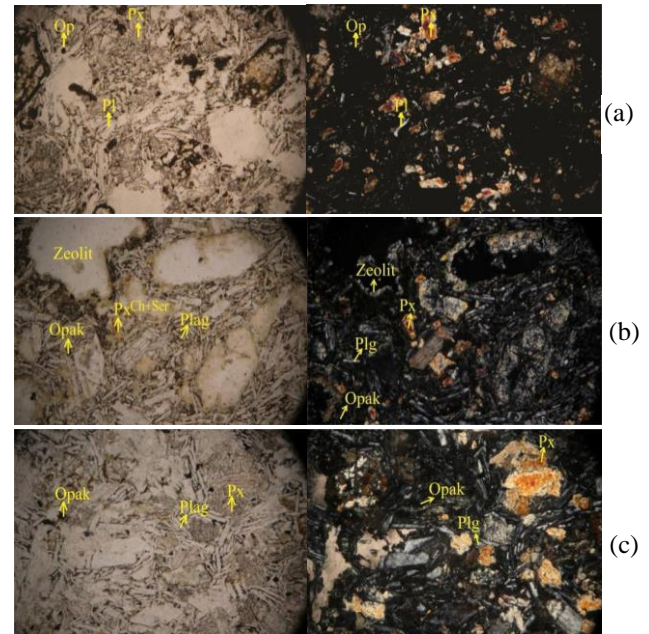
Gambar-2. Peta geologi daerah penelitian.



Gambar-3. Foto singkapan (a) sampel AS-19/MT, (b) sampel AS-20/MT (B) dan (c) sampel AS-22/MT (C).

Analisis petrografi sampel batuan beku dilakukan terhadap 5 (lima) sampel pada Satuan Lava Basalt, dimana 2 (dua) sampel merupakan *fragment* pada breksi hialoklastik (AS-19/MT dan AS-20/MT), sedangkan 3 (tiga) sampel lainnya merupakan lava basalt bertekstur kolom/*columnnar joint* (AS-22a/MT, AS-22b/MT, dan AS-22c/MT), namun dalam hal ini studi petrografi detail hanya difokuskan pada 3 (tiga) sampel lava basalt bertekstur kolom/*columnnar joint* tersebut karena keterbatasan dana riset. Pada sampel petrografi lava basalt lava basalt bertekstur kolom/*columnnar joint* menunjukkan karakteristik berupa, tekstur vitrofirik, intersertal, dengan kehadiran fenokris (>0,3 mm) dan mikrofenokris (0,1-0,3 mm) berupa plagioklas, piroksen dan mineral opak (mineral sulfida berupa pirit?). Massa dasar dari lava basalt menganti berupa mikrolit (<0,1mm) plagioklas, piroksen dan massa gelas. Kenampakan fenokris dan mikrofenokris menunjukkan bentuk *sub-hedral* hingga *euheral* (Gambar-4). Berdasarkan klasifikasi batuan beku secara petrografi, batuan beku di daerah penelitian tergolong ke dalam basalt [8]. Ketiga sampel lava basalt tersebut secara umum belum mengalami

proses fraksinasi kristal yang signifikan, karena tidak terlihat hadirnya mineral alkali feldspar dan kuarsa pada pengamatan mikroskopis atau analisis petrografi [9].

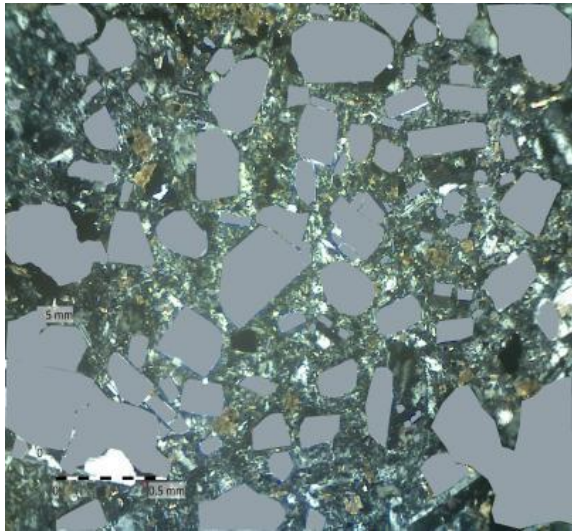


Gambar-4. Fotomikrografi sayatan tipis sampel (a) AS-22a/MT, (b) AS-22b/MT, dan (c) AS-22c/MT pengamatan nikol sejajar dan nikol silang. (OPQ=opak, PX=piroksin, PL=plagioklas).

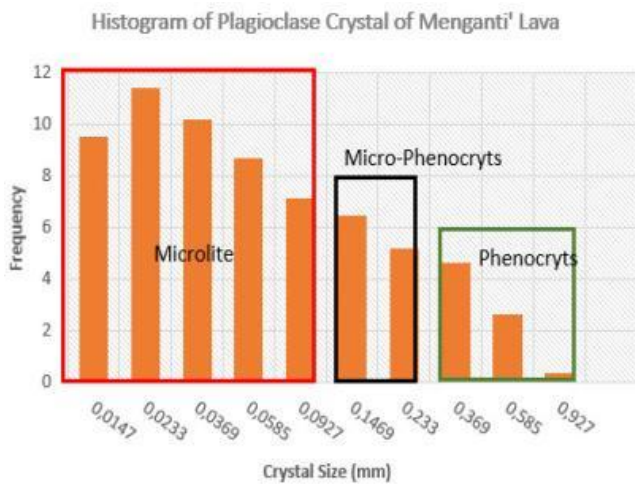
B. Analisis Distribusi Ukuran Kristal dan Evolusi Plagioklas

Lava basalt Menganti memiliki struktur berupa kekar kolom dan hialoklastik. Struktur tersebut dapat terbentuk pada aliran lava ataupun kubah lava [10] [11]. Selain kehadiran hialoklastik, dijumpai juga peperit yang terdapat diantara hialoklastik. Kehadiran hialoklastik dan peperit dapat dijumpai pada lava yang terbentuk di laut, lava yang berada di bawah es (*subglacial*) atau intrusi dangkal pada sedimen yang belum terkonsolidasi dan jenuh air [10]. Peperit yang dijumpai memiliki warna abu-abu, putih pucat, dan ada yang merah muda. Beberapa peperit sangat kompak dan memiliki kenampakan pecahan konkoidal, serta bereaksi dengan HCl. Berdasarkan karakteristik yang dijumpai, lava Menganti terbentuk pada lingkungan laut. Hasil analisis distribusi ukuran kristal plagioklas menunjukkan bentuk yang cekung ke atas yang dapat dibagi menjadi tiga segmen (Gambar-5). Segmentasi tersebut terlihat dari perubahan slope kurva. Hal tersebut menunjukkan perubahan ukuran kristal dari fenokris, mikrofenokris, dan mikrolit. Perubahan slope tersebut dapat mencerminkan

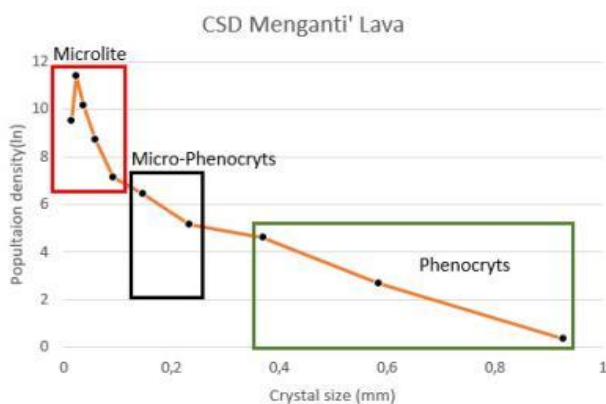
perubahan lingkungan berupa perubahan temperatur dan atau tekanan yang semakin turun seiring dengan perubahan waktu.



(a)



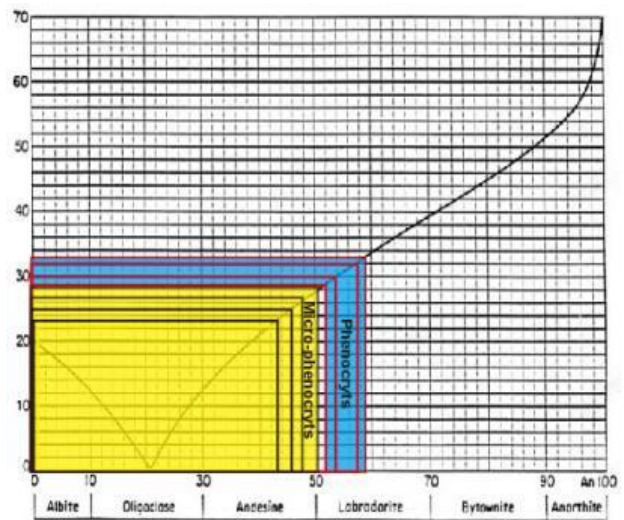
(b)



(c)

Gambar-5. a) Digitasi mineral Plagioklas, b) Histogram dan c) Distribusi ukuran Kristal plagioklas penyusun lava basalt Menganti.

Dalam studi awal ini, evolusi plagioklas didasarkan atas perubahan jenis plagioklas dari fenokris dan mikro-fenokris yang didapatkan dari analisis kembaran plagioklas (Gambar-6). Jenis plagioklas penyusun fenokris memiliki jenis plagioklas labradorit (An_{52-59}) dan mikrofenokris berupa andesine-Labradorit (An_{43-50}). Melihat perubahan jenis plagioklas, *An content*, dan perubahan ukuran kristal, evolusi magma penyusun lava Menganti dikontrol oleh diferensiasi magma yang normal berupa fraksinasi kristal yang tidak menunjukkan adanya *magma mixing*.



Gambar-6. Diagram Plagioklas menurut Michel-Levy dalam [16].

Perbedaan slope sangat terlihat signifikan saat pembentukan mikrolit. Nilai slope mikrolit adalah -59,9 yang awalnya -7,56 (fenokris), kemudian menjadi -9,12, sehingga bisa dikategorikan sebagai mikrofenokris. Perubahan signifikan tersebut mencerminkan proses penurunan temperatur yang cepat yang terjadi di dalam konduit. Tekstur yang dijumpai pada fenokris dan mikrofenokris plagioklas berupa *fine sieve*, *coarse sieve*, *zoning*, *synneusis* dan *glomerocrysts*. Tekstur *sieve*, dan *zoning* mengindikasikan adanya perubahan kesetimbangan magma [12]. Dalam hal ini kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh adanya penambahan temperatur (injeksi magma baru yang lebih panas) atau penurunan tekanan (*decompression*) karena proses pelepasan gas (*degassing*) sehingga kristal yang terbentuk bereaksi dengan magma *melt* [12-15].

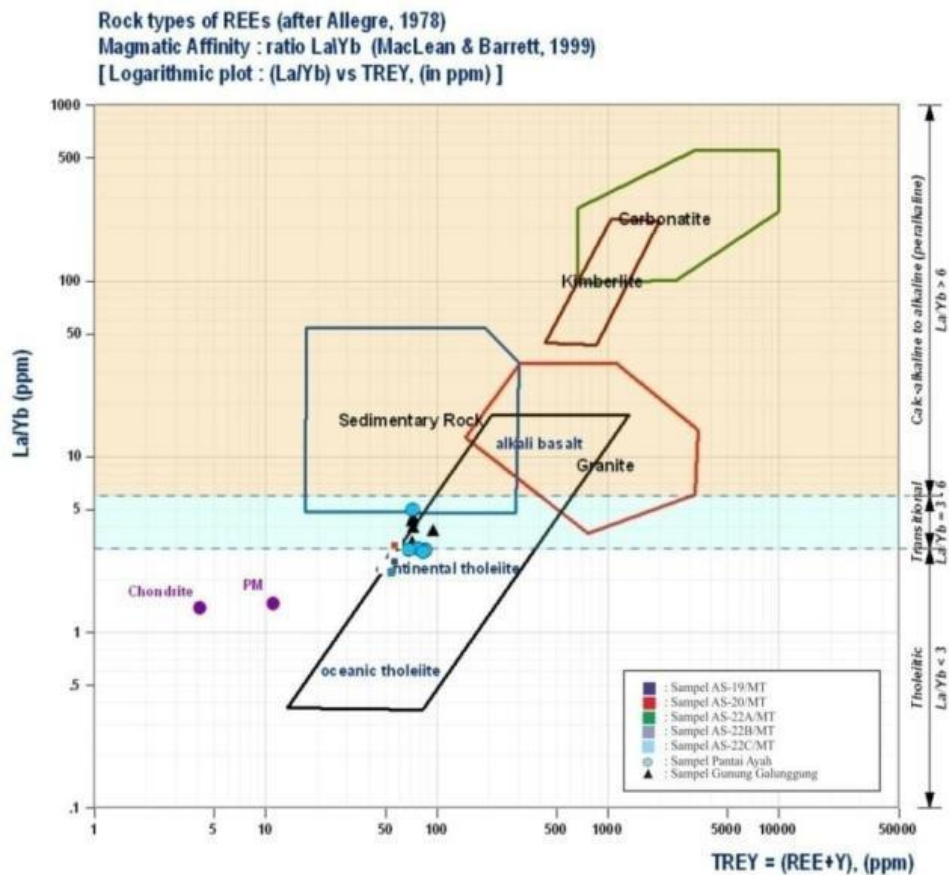
C. Geokimia Unsur Jejak (*Trace Element*)

Salah satu analisis geokimia yang digunakan untuk mengetahui genesa batuan adalah analisis

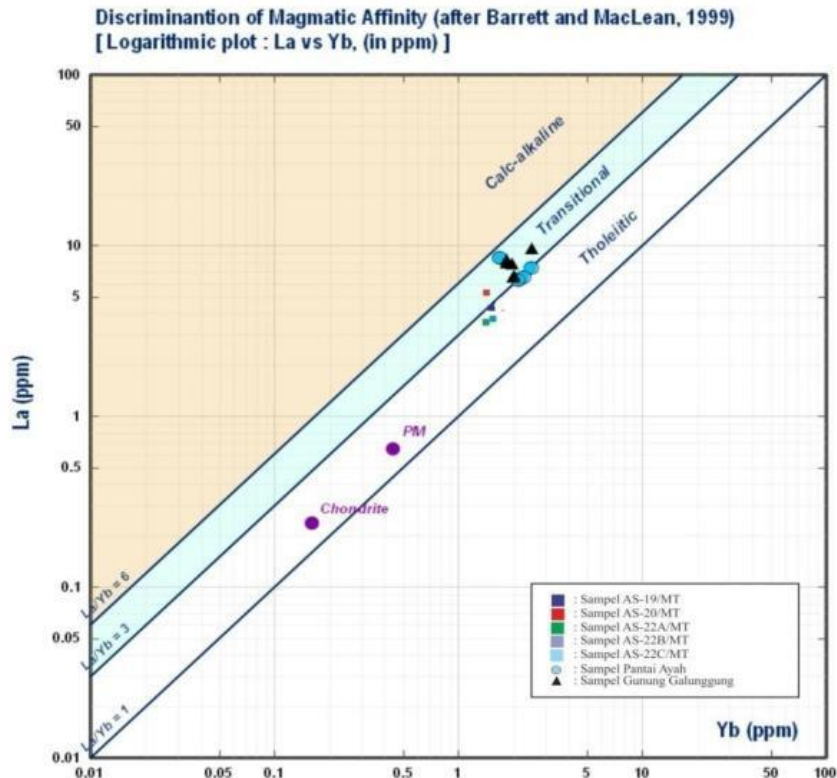
ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Spectrometry*), untuk mengetahui unsur kimia utama, unsur jejak dan unsur REE pada batuan. Analisis unsur kimia batuan dalam penelitian ini digunakan untuk mengamati karakter kimia batuan yang berguna untuk mempelajari afinitas magma dan setting tektoniknya [17]. Penentuan karakteristik geokimia batuan tidak hanya menggunakan unsur mayor, tetapi juga menggunakan unsur jejak serta REE (Tabel-1). Penggunaan unsur jejak dikarenakan unsur jejak bersifat *immobile* daripada unsur mayor yang mudah terpengaruh oleh proses perubahan karena berinteraksi dengan fluida atau perubahan lingkungan [17]. Metode analisis yang digunakan adalah analisis ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*), yang bertujuan untuk mengetahui unsur kimia berupa *trace element* dan REE (*Rare Earth Element*). Terdapat 5 (lima) sampel yang dianalisis ICP-MS, yaitu sampel lava basalt AS-19/MT, AS-20/MT, AS-22A/MT, AS-22B/MT dan AS-22C/MT.

Tabel-1. Hasil analisis *trace element* 5 sampel basalt, dengan Metode ICP-MS

Unsur	Sampel Batuan				
	AS-19/MT	AS-20/MT	AS-22a/MT	AS-22b/MT	AS-22c/MT
Y	19.32	17.45	18.26	17.66	17.1
La	4.25	5.15	3.49	3.53	3.84
Ce	10	11.3	8.61	8.55	8.84
Pr	1.61	1.79	1.28	1.25	1.28
Nd (145)	7.82	8.39	6.75	6.49	6.05
Nd (146)	7.59	8.06	6.51	6.48	6.75
Sm (147)	2.3	2.46	2.09	2.05	1.86
Sm (149)	2.41	2.46	1.86	2.05	1.86
Eu	0.92	0.78	0.7	0.68	0.81
Gd (157)	2.99	2.8	2.56	2.73	2.79
Gd (158)	3.22	3.13	2.67	2.85	2.68
Tb	0.57	0.45	0.47	0.46	0.47
Dy (161)	3.22	3.13	2.79	2.73	2.79
Dy (163)	3.1	2.91	2.67	2.62	2.56
Ho	0.69	0.56	0.58	0.56	0.69
Er (166)	2.07	1.79	1.74	1.71	1.63
Er (167)	1.95	1.9	1.86	1.6	1.63
Tm	0.23	0.22	0.23	0.23	0.23
Yb (172)	1.72	1.57	1.4	1.48	1.63
Yb (173)	1.49	1.57	1.51	1.48	1.63
Lu	0.23	0.22	0.23	0.23	0.23



Gambar-7. Diagram *rock type of REE* (Allègre, C.J dan Minster, J.F., 1978)



Gambar-8. Diagram *discrimination of magmatic affinity* (dalam Barrett dan MacLean, 1999)

D. Diagram Afinitas Magma

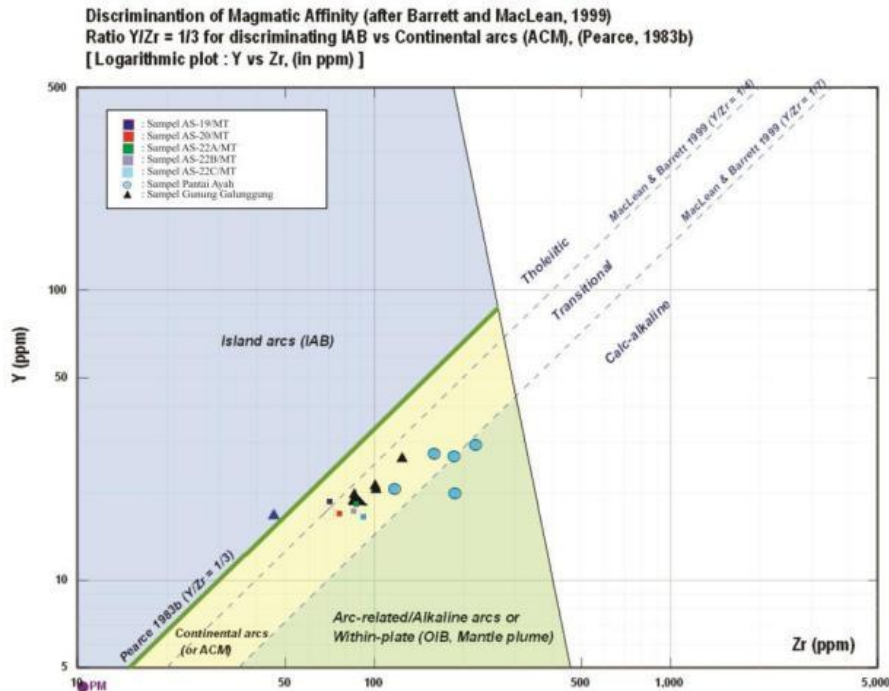
Pada diagram penentuan afinitas magma menggunakan rasio La/Yb dan TREY [18], dalam hal ini menunjukkan bahwa 4 (empat) sampel batuan AS-19/MT, AS-22A/MT, AS-22B/MT dan AS-22C/MT pada umumnya tergolong basalt *continental tholeiitic*, dalam hal ini nilai La/Yb < 3, sedangkan hanya 1 (satu) sampel AS-20/MT menunjukkan nilai La/Yb berkisar 3-6, maka termasuk jenis *transition* menuju *calc-alkaline*. sehingga dapat di interpretasikan bahwa daerah penelitian termasuk ke dalam magma *continental tholeiitic – transition*. Pada plotting grafik diagram menggunakan perbandingan La/Yb dan TREY tersebut dilakukan perbandingan dengan sampel geokimia batuan basalt-andesitik gunungapi Galunggung, dalam hal ini menunjukkan kemiripan secara signifikan, sehingga dapat disimpulkan daerah penelitian dengan gunung Galunggung memiliki kesamaan afinitas yaitu *continental tholeiitic – transition* (Gambar-7).

Pada diagram *discrimination of magmatic affinity* [19], batuan dapat tergolong *tholeiitic* jika nilai La/Yb sama dengan 1, sedangkan jika nilai La/Yb sama dengan 3 maka termasuk jenis *transisi* dan magma *calc-alkaline* memiliki nilai La/Yb sama dengan 6. Berdasarkan hasil plotting pada

diagram ini, daerah penelitian juga menunjukkan konsistensi terhadap grafik sebelumnya yaitu termasuk ke dalam magma *tholeiitic* hingga *transisi* (Gambar-8).

Penentuan afinitas magma menggunakan diagram *discrimination of magmatic affinity*, Y vs Zr [19], dalam hal ini batuan dapat tergolong *tholeiitic* jika nilai Y/Zr sama dengan 1/4, sedangkan jika nilai Y/Zr sama dengan 1/7, maka termasuk ke dalam jenis *transisi*. Berdasarkan hasil plotting pada diagram ini, daerah penelitian termasuk ke dalam magma *transisi/transition* dengan tatanan tektoniknya berupa *Active Continental Margin* (ACM). Pada grafik diagram *discriminant* tersebut dilakukan perbandingan dengan geokimia batuan basaltik-andesitik gunungapi Galunggung, dalam hal ini masih menunjukkan konsistensi kesamaan dengan sampel basalt gunungapi purba Menganti (Gambar-9).

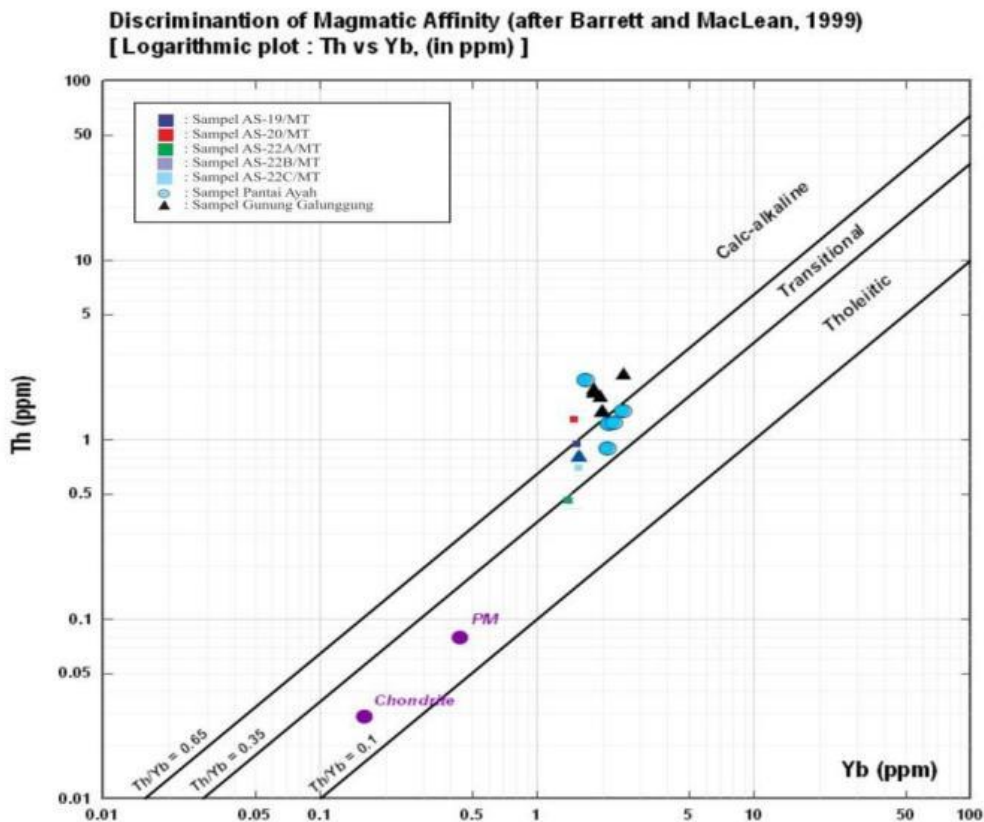
Pada plotting grafik diagram afinitas magma berdasarkan Th vs Yb [18], dalam hal ini afinitas magma dapat dikatakan *tholeiitic* jika rasio Th/Yb memiliki nilai sama dengan 0,1, sedangkan untuk afinitas magma *transisi* rasio Th/Yb memiliki nilai 0,35 dan untuk afinitas magma *calc-alkaline* rasio Th/Yb memiliki nilai sama dengan 0,65. Berdasarkan plotting pada diagram ini, afinitas magma pada daerah penelitian terdiri dari *tholeiitic*



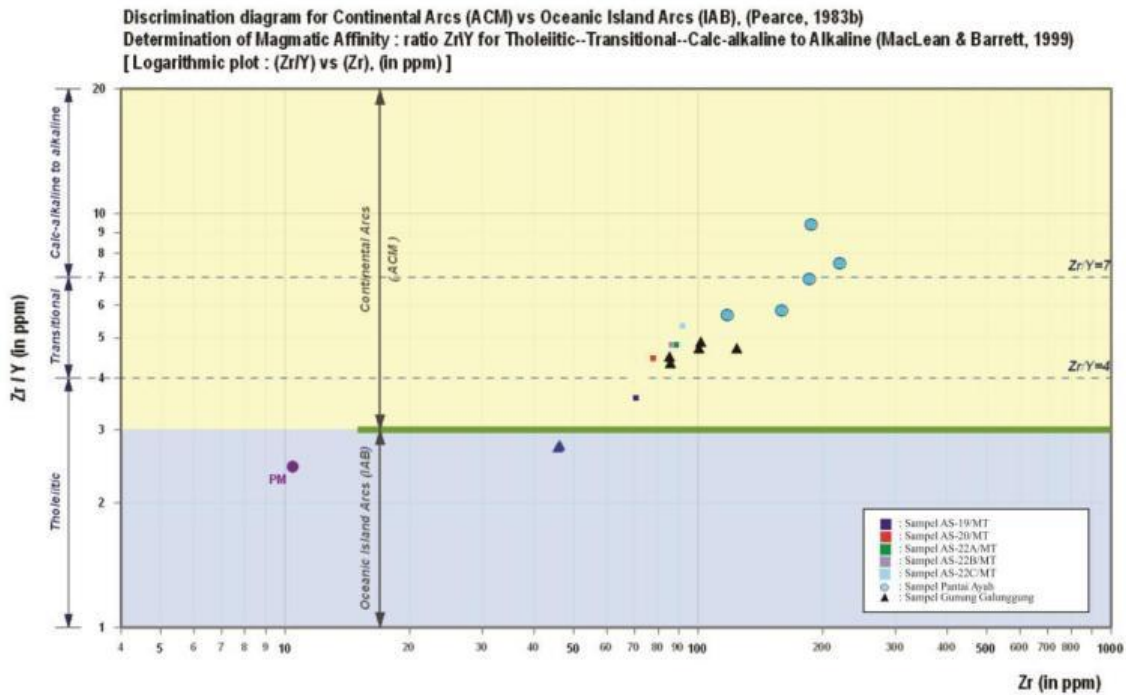
Gambar-9. Diagram *discrimination of magmatic affinity*, Y vs Zr (dalam Barrett dan MacLean, 1999).

hingga *calc-alkaline*. Sampel AS-22A/MT dan AS-22B/MT memiliki afinitas magma berupa tholeitik, sampel AS-22C/MT dan sampel AS-19/MT memiliki afinitas magma transisi, sedangkan

sampel AS-20/MT memiliki afinitas magma *calc-alkaline*. Pada diagram ini sampel perbandingan dari gunung Galunggung memiliki afinitas magma berupa *calc-alkaline* (Gambar-10).



Gambar-10. Diagram *Th vs Yb* (dalam Barrett dan MacLean, 1999).



Gambar-11. Diagram Zr/Y vs Zr (dalam Barrett dan MacLean,1999)

Dari hasil evaluasi dari beberapa hasil diagram afinitas magma yang telah dilakukan tersebut, bahwa sampel basalt pada daerah penelitian menunjukkan seri magma termasuk ke dalam seri *tholeiitic* hingga *transitional*. Pada seri *tholeiitic*, saat magma terkristalisasi terjadi pengayaan magnesium dan pengurangan besi (*iron*) pada mineral silikat *olivine* dan *piroksen*. Kehadiran magma *thoeitic* dapat dijumpai pada semua tatanan tektonik, baik magmatisme dalam batas lempeng maupun di dalam lempeng. Kehadiran magma *tholeiitic* pada tipe tektonik subduksi dapat dijumpai pada awal terbentuknya magma dengan jarak pembentukan gunungapi terhadap palung subduksi cukup dekat [20].

E. Diagram Tektonik

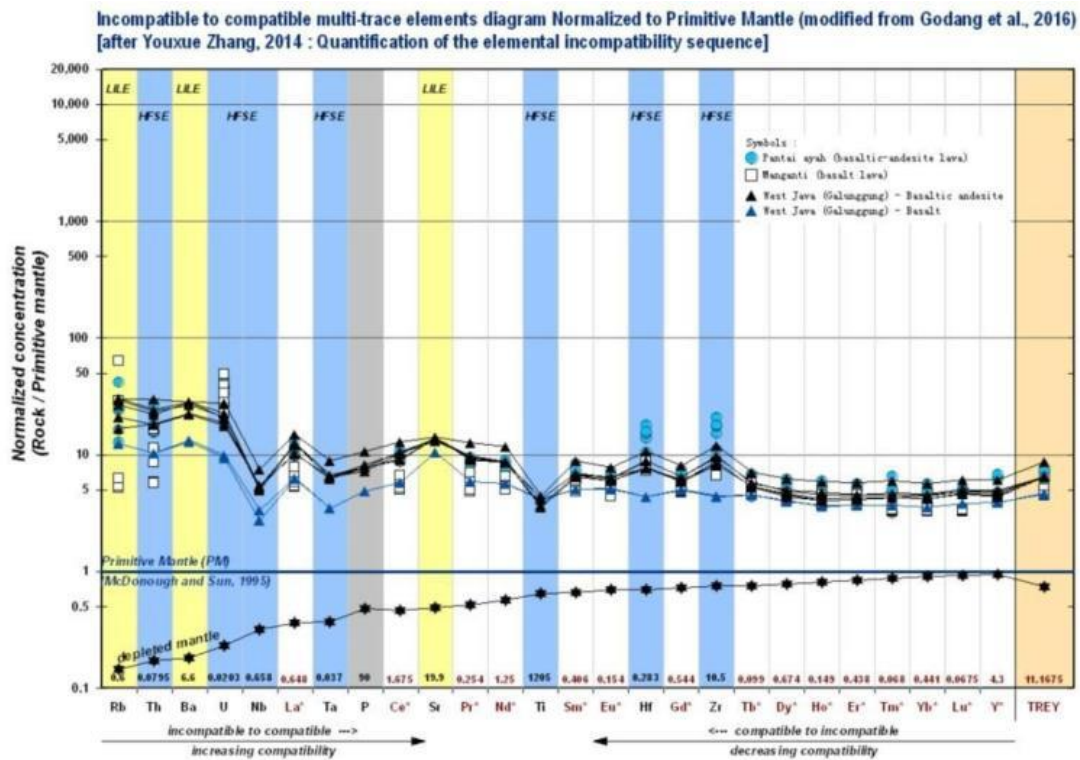
Penentuan sistem tektonik pada daerah penelitian menggunakan beberapa diagram diskriminasi yaitu: diagram diskriminasi dengan perbandingan unsur Zr/Y vs Zr. Diagram ini menggabungkan hubungan tektonik dengan afinitas magma. Berdasarkan plotting pada diagram ini diketahui bahwa sampel pada daerah penelitian memiliki afinitas magma tholeit hingga transisi dengan tatanan tektoniknya berupa *Active Continental Margin* (ACM). Hasil plotting pada diagram Zr/Y vs Zr memiliki kesamaan dengan hasil pada diagram Y vs Zr [18]. Geokimia *trace element* sampel basalt Gunung Galunggung, dalam

hal ini sebagai sampel pembanding, batuan basaltik-andesit tersebut menunjukkan kemiripan atau kesamaan dalam afinitas dan tatanan tektonik seperti pada daerah penelitian yaitu berupa magma transisi dengan setting tektonik *Active Continental Margin* (ACM) (Gambar-10).

F. Diagram Spider

Data geokimia *trace element* dan REE dapat diplot pada *Normalized-multi-element diagram* atau *spider diagram* untuk mempermudah menentukan variasi nilai dari data *trace element*. Plotting dilakukan pada *spider diagram* yang dinormalisasi terhadap nilai *primitive mantle* [21] dimodifikasi oleh [22] (Gambar-11). Dari hasil plotting diagram spider, diketahui bahwa pada daerah penelitian jika dibandingkan dengan sampel perbandingan basaltic-andesit gunung Galunggung, terjadi peningkatan unsur U akibat adanya pengkayaan unsur dan pengurangan unsur Th yang diperkirakan terjadi akibat proses hidrotermal. Sedangkan jika dibandingkan dengan *depleted mantle*, semua unsur mengalami pengkayaan (Gambar-11). Pola yang ditunjukkan oleh diagram laba-laba menunjukkan kemiripan dengan gunung Galunggung berupa *Active Continental Margin*.

Dalam mengkaji petrogenesa lava basalt daerah penelitian dapat diinterpretasi data-data yang ada secara komprehensif mengenai karakteristik petrologi, petrografi dan geokimianya. Dalam hal ini



Gambar-12. Diagram *Normalized multi-element to primitive mantle* (dalam Youxue Zhang, 2014 dimodifikasi oleh Godang et al, 2016).

pada daerah penelitian, lava basalt yang dijumpai memiliki struktur berupa aliran, kekar kolom dan lava bantal. Struktur batuan berupa kenampakan vesikuler di permukaan batuan. Selain itu ditemukan juga adanya breksi hyaloklastik dengan matriks berupa lempung karbonat dan fragmennya berupa lava basalt. Petrografi dari beberapa sampel pada daerah penelitian menunjukkan bahwa komposisi batuan beku tersebut berupa mineral mafik, dalam hal ini dengan ditemukannya piroksen serta Ca-plagioklas.

Semakin ke arah utara dari daerah penelitian, tepatnya sampel menunjukkan karakteristik magma yang sedikit berbeda. Hal ini terlihat dari komposisi dan tekstur fragmen breksi piroklastik. Fragmen breksi piroklastik berupa basalt-andesitik dengan komposisi mineral terdiri dari plagioklas yang berjenis labradorit hingga andesin dan mineral hornblend. Selain itu terdapat tekstur *sieve* pada plagioklas dan rim pada hornblende yang menandakan bahwa magma mengalami asimilasi dalam level rendah. Interpretasi tersebut diperkuat dengan analisis geokimia dari 2 (dua) sampel fragmen breksi piroklastik yang menunjukkan afinitas magmanya berupa *tholeiitic-transition* dengan tatanan tektonik berupa *Active Continental Margin* (ACM). *Tholeiitic-transition Active*

Continental Margin termasuk ke dalam sistem subduksi yang terbentuk akibat pergerakan kerak samudera yang masuk ke dalam kerak benua dan umumnya terjadi dekat dengan zona palung subduksi [20] (Gambar-12).

IV. KESIMPULAN

Dalam mengkaji tatanan tektonik lava basalt daerah penelitian, dapat diinterpretasi berdasarkan karakteristik petrologi, petrografi dan geokimianya. Lava basalt yang dijumpai memiliki struktur berupa, kekar kolom dan hialoklastik. Kehadiran struktur kekar kolom, hialoklastik dan peperit menunjukkan bahwa lava di daerah Menganti terbentuk pada lingkungan laut. Berdasarkan studi distribusi ukuran kristal dan jenis plagioklasnya, mengindikasikan bahwa Evolusi plagioklas penyusun lava basalt Menganti berupa penurunan komposisi nilai An (*Anorthite*), dalam hal ini dari labradorit (An_{52-59}) menjadi andesine-labradorit (An_{43-50}) karena dikontrol oleh diferensiasi magma normal berupa fraksinasi kristal, dalam hal ini tidak menunjukkan adanya *magma mixing*. Studi geokimia menunjukkan bahwa afinitas magma daerah penelitian berupa tholeitik hingga transisi dengan tatanan tektonik berupa *Active Continental Margin* (ACM).

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya sampaikan buat Godang Sabang, ST (*Independen Geochemical Research*) atas diskusi dan saranya dalam penyelesaian tulisan ini, serta buat LPPM atas pendanaan Hibah Riset Peningkatan Kompetensi (RPK) BLU UNSOED tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hall R. *Indonesia, Geology. in Gillespie, R. and Clague, D. (eds). Encyclopedia of Islands.* University of California Press. 2008.
- [2] Bemmelen, R. W. Van. *The Geology of Indonesia, Volume 1.* The Hague, Martinus Nijhoff. 1949.
- [3] Asikin S, Handoyo A, Prastistho B, Gafoer S, Peta Geologi Lembar Banyumas, Jawa Tengah, skala 1:100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung. 1992.
- [4] Maphill. Physical 3D Map of Kab. Cilacap. 2013. Diakses 08 Juni 2019 dari <http://www.maphill.com/indonesia/central-java/kab-cilacap/3d-maps/physical-map/>.
- [5] Atmadja S. Tertiary magmatic belts in Java. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences.* 1994; 9 (1-2); 13-27.
- [6] Wibowo P, Aulia A, Fadlin, Siswandi. *Fasies Gunungapi Purba Manganti Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah.* Proceeding Seminar Nasional Kebumian Ke-10, Peran Ilmu Kebumian Dalam Pembangunan Infrastruktur di Indonesia. Yogyakarta. 2017.
- [7] Fadlin, Waluyo G, Idrus A, Hamzah W N, Ramadhani S. *Petrology and Trace Element Study of Igneous Rock at Ayah, Karangbolong Dome, Kebumen, Central Java.* Proceeding ICMA-SURE 1st International Conference on Multidisciplinary Approaches for Sustainable Rural Development. Purwokerto. 2018.
- [8] Streckeisen A. L. *IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilite Rocks. Recommendations and Suggestions.* Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen, 1978; 141; 1-14.
- [9] Fadlin, Saban G, Hamzah WN. Magmatisme Tholeitik pada Active Continental Margin (ACM) di Serayu Bagian Utara dan Selatan Banyumas, Jawa Tengah. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral.* 2018; 19 (1); 15–30.
- [10] McPhie J, Doyle M, Allen R. *Volcanic Texture: A Guide to The Interpretation of Textures in Volcanic Rocks.* Codes Key Centre, Tasmania. 1993.
- [11] Nemeth K., Martin U. *Practical volcanology,* Budapest: Hungary. 2007.
- [12] Renjith. *Micro-textures in Plagioclase from 1994e1995 Eruption, Barren Island Volcano: Evidence of Dynamic Magma Plumbing System in The Andaman Subduction Zone.* Geoscience Frontier. 2014.
- [13] Tsuchiyama A. Dissolution kinetics of plagioclase in the melt of the system diopside-albite-anorthite, and origin of dusty plagioclase in andesites. *Contributions to Mineralogy and Petrology.* 1985; 89(1); 1-16.
- [14] Blundy J. Cashman K. *Rapid decompression-driven crystallization recorded by melt inclusions from Mount. St. Helens volcano:* Geological society of America. 2005; 33(10); 793-796.
- [15] Szramek L, Gardner JE, Larsen J. Degassing and microlite crystallization of basaltic andesite magma erupting at Arenal Volcano, Costa Rica. *Journal of Volcanology and Geothermal research.* 2006. 157; 182-201.
- [16] Paul KF. *Optical Mineralogy (3rd Ed).* McGraw-Hill. Newyork, Toronto, London. 1959.
- [17] Rollinson H, *Using Geochemical Data: evaluation, presentation, interpretation.* Longman Singapore Publisher (Pte) Ltd. 1995.
- [18] Allegre CJ, Minster JF. *Quantitative models of trace element behavior in magmatic processes.* Earth Planet. Sci. Lett. 1978; 38; 1–25.
- [19] Barrett TJ, MacLean WH. Volcanic sequences, lithochemistry, and hydrothermal alteration in some bimodal volcanic-associated massive sulfide deposits. *Reviews in Economic Geology.* 1999; 8; 101-133.
- [20] Wilson M. *Igneous Petrogenesis – A Global Tectonic approach.* HarperCollins Academic, London, UK, 1989; 466.
- [21] Zhang Y. Quantification of the elemental incompatibility sequence, and composition of the “superchondritic” mantle. *Chemical Geology.* 2014; 369; 12.
- [22] Godang S, Fadlin, Priadi B. Geochemical Signatures of Potassic to Sodic Adang Volcanics, Western Sulawesi: Implications for Their Tectonic Setting and Origin. *Indonesian Journal on Geoscience.* 2016; 3(3); 195-214.