

PETROLOGI AMFIBOLIT KOMPLEK MELANGE CILETUH, SUKABUMI, JAWABARAT

Aton Patonah¹, Haryadi Permana²

¹) Laboratorium Petrologi dan Mineralogi, Fakultas Teknik Geologi, UNPAD

²) Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI, Jl. Sangkuriang Bandung

ABSTRACT

Amphibolite is part of Ciletuh mélange complex that was exposed together with serpentinite, harzburgite, dunite, gabbro and basalt. The rock is dominated by amphibole and andesine and rarely can be observed quartz. At some locations, the rocks have changed to amphibolite epidote (oligoclase + hornblende + actinolite + epidote + chlorite). The result of mineral paragenesis and measurement of pressure and temperature indicates that amphibolites was formed of 5 kbar – 6 kbar with temperature 640°C – 660°C. Meanwhile amphibolites epidote was formed of 4 kbar – 5 kbar with temperature 410°C – 455°C. Obtaining pressure and temperature from amphibolites is indicated as result of obduction and then it has retrograded metamorphism to amphibolites epidote because of accretion and uplifting at Upper Oligocene. The indication is characterized by actinolite changed to chlorite, albite and epidote have replaced andesine, and another indication is the rim of hornblende is replaced by actinolite.

Keywords: amphibolites, amphibolites epidote, obduction, Uplift, retrograde metamorphism

ABSTRAK

Amfibolit merupakan bagian dari kompleks mélange ciletuh yang tersingkap bersama – sama dengan serpentinit, harzburgit, dunit, gabro dan basal. Jenis batuan ini umumnya tersusun atas andesin+hornblende dengan mengandung sedikit kuarsa dan beberapa tempat mengalami perubahan menjadi epidot amfibolit (oligoklas+hornblende+aktinolit+epidot+klorit). Hasil paragenesa mineral, pengukuran tekanan dan temperatur menunjukkan bahwa amfibolit terbentuk pada tekanan optimum ± 5 kbar – ± 6 kbar dengan temperatur optimum 640°C- 650°C; sementara epidot amfibolit terbentuk pada tekanan ± 4 kbar – ± 5 kbar dengan temperatur optimum $\pm 410^\circ\text{C}$ – $\pm 455^\circ\text{C}$. Batuan amfibolit di duga terbentuk pada saat obduksi yang selanjutnya mengalami *retrograde metamorphism* menghasilkan epidot amfibolit akibat adanya akresi dan pengangkatan (*uplift*) pada Kala Oligosen Atas sehingga tersingkap di permukaan. Indikasi adanya *retrograde* ditandai dengan hadirnya mineral klorit yang mengganti amfibol, albit dan kelompok epidot mengganti plagioklas pada epidot amfibolit. Ciri lain ditunjukkan dimana bagian tepi hornblende telah diganti oleh aktinolit.

Kata kunci: amfibolit, epidot amfibolit, obduksi, *uplift*, *retrograde metamorphism*

PENDAHULUAN

Geologi Regional

Komplek mélange Ciletuh yang terletak di Jawa Barat merupakan suatu fenomena geologi yang menarik untuk dikaji berkaitan dengan pemunculan batuan – batuan dengan jenis litologi yang bermacam – macam dengan genesa yang berbeda. Menurut Martodjojo, et al. (1977) serta Sukanto (1975), batuan pembentuk Kompleks Mélange Ciletuh yaitu satuan terbawah, terdiri dari ofiolit (peridotit, gabro dan lava bantal), batuan metamorf (serpentinit, sekis, filit, kwarsit) serta batuan sedimen (rijang, serpih hitam, grauwacke, batugamping) (Gambar 1). Seluruh

batuan ini tercampur secara tektonik dan ditafsirkan sebagai endapan mélange (Dardji, 1994). Hubungan stratigrafi batuan kompleks mélange Ciletuh dengan batuan Tersier adalah selaras. Sementara menurut Schiller (1991) hubungan pra Tersier dengan batuan Tersier adalah tidak selaras.

Dari beberapa penelitian sebelumnya, penelitian lebih difokuskan pada batuan metamorf kelompok amfibolit dengan tujuan untuk mengetahui komposisi mineral penyusun kelompok amfibolit dengan mempelajari petrografi dan kimia mineral penyusun batuan tersebut, untuk mengetahui proses pembentukan batuan amfibolit dengan melakukan pengukuran tekanan dan temperatur,

serta proses yang menyebabkan batuan amfibolit tersingkap ke permukaan.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisis petrografi untuk mengetahui tekstur, struktur dan komposisi mineral penyusun batuan. Setelah analisis petrografi selanjutnya melakukan analisis kimia mineral dengan menggunakan *JEOL superprobe 733* dalam kerangka kerjasama *scientific exchange* JSPS-LIPI. Data perhitungan analisis kimia mineral dikalkulasi ulang berdasarkan 8 atom oksigen pada plagioklas; 4 kation; 14 atom oksigen untuk klorit; 8 kation dan 12,5 atom oksigen pada epidot. Amfibol dikalkulasikan pada 23 atom oksigen dengan perkiraan $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ dengan asumsi Σ 13 kation. Hasil analisis ini berguna dalam menentukan jenis protolit, pengukuran tekanan dan temperatur yang selanjutnya dapat menafsirkan kemungkinan lingkungan tektoniknya. Analisis probe mineral dilakukan beberapa sayatan, yaitu : amfibolit (TK-10), epidot amfibolit (KO-7a, KO-7b, KO-8, KO-14a dan KO-14b). Hasil analisis petrografi dan kimia mineral membantu dalam interpretasi jenis mineral penyusun batuan amfibolit, pengukuran tekanan dan temperatur pembentukan batuan amfibolit serta menafsirkan tersingkapnya amfibolit ke permukaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Petrologi

Batuan metamorf yang tersingkap di Komplek Melange Ciletuh tidak begitu banyak seperti di Karangsambung dan Bantimala. Batuan metamorf umumnya tersingkap di sepanjang Sungai Citisuk, Cikopo dan Cikepuh. Di Sungai Citisuk, Amfibolit tersingkap bersama – sama dengan peridotit dan gabro. Di beberapa tempat ke arah selatan batuan ini ditutupi oleh endapan konglomeratik dengan

komponen basalt, peridotit dan gabro serta di atasnya ditutupi oleh endapan sedimen dari Formasi Ciletuh. Sementara di Sungai Cikopo, batuan metamorf hanya tersingkap sepanjang sungai dengan lebar singkapan maksimum 2 meter dimana bagian kanan kiri tebing ditempati oleh serpentinit. Terkadang batuan ini tercampur bersama – sama dengan peridotit yang menunjukkan gejala penggerusan yang didominasi oleh serpentin, talk dan klorit. Analisis petrografi pada TK 10, amfibolit menunjukkan tekstur porfiroblast dan struktur *schistose*, ditandai dengan adanya kesejajaran amfibol dengan plagioklas. Ukuran butirnya 0,05 mm-0,6 mm. Amfibolit sebagian besar didominasi oleh amfibol dan plagioklas. Amfibol menunjukkan warna kehijauan – hijau, belahan dua arah, menunjukkan pleokroisme kuat (hijau tua), dan berdasarkan klasifikasi Leake et al., 1997) jenis amfibolnya adalah Mg-hornblende dan Fe-hornblende (Ca-amfibol) (gambar 2); Sementara plagioklas menunjukkan komposisi lebih kaya Ca-plagioklasnya, yaitu andesin ($\text{An}_{41}-\text{An}_{49}$), Mineral sekunder yang hadir adalah kalsit, kuarsa dengan jumlah yang sedikit dan mineral opak < 1% (gambar 4).

Amfibolit pada sayatan KO-1, KO-3, KO-4, KO-5, KO-6, KO-7a, KO-7b, KO-8, KO-14a, KO-14b, dan KO-17, umumnya telah berubah menjadi epidot amfibolit ditandai dengan kehadiran aktinolit, epidot, klorit, albit, kalsit selain hornblende (KO-1, KO-3, KO-4, KO-5, KO-7a, 7b, KO-14 dan KO-17) (Jamieson, 1980). Pada sayatan KO-14a dan KO-14b menunjukkan bagian tepi hornblende berubah menjadi aktinolit. Pada conto sayatan KO-17 epidot terdapat cukup banyak, yaitu $\pm$ 20%. Jenis amfibol pada epidot amfibolit bervariasi yaitu Mg-hornblende, Fe-hornblende, edenit dan sedikit aktinolit (Ca-amfibol, klasifikasi Leake et al., 1997) (gambar 3a dan 3b). Sementara plagioklasnya menunjukkan komposisi Na-

plagioklas (An_1-An_9) dan Na-Ca plagioklas, yaitu An_0-An_{21} (gambar 5). Epidot (KO 7a) menunjukkan kaya akan Al, Ca dan Fe, dimana kandungan pistachitenya 23,52 – 31,18 %, termasuk rendah (Ps 12-70 Spear, 1982 dalam Spear 1989); Laird & Albee dalam Chalokwu, 1992); Sementara klorit kaya akan Mg, Al dan Fe^{2+} .

Hasil analisis petrografi dan kimia mineral menunjukkan bahwa amfibolit pada komplek mélange Ciletuh, pada beberapa tempat, telah mengalami *retrograde metamorphism* menjadi epidot amfibolit. Hal tersebut dicirikan oleh hadirnya mineral aktinolit, albit, klorit dan epidot selain hornblende (Jamieson, 1980); aktinolit menggantikan bagian tepi hornblende dan aktinolit berubah menjadi klorit.

Pengukuran Tekanan & Temperatur

Pengukuran dengan geotermometer dilakukan terhadap sayatan TK-10 (amfibolit) dan (KO-7a, KO-7b, KO-8, KO-14a, KO-14b (epidot amfibolit). Menurut Pluysnina (1982), amfibolit yang didominasi oleh hornblende dan andesin diperkirakan terbentuk pada tekanan 4 kbar s.d. 6 kbar dengan temperatur 600°C s.d. 660°C. Sementara epidot amfibolit terdiri atas kumpulan mineral-mineral: hornblende + oligoklas + albit + aktinolit + epidot + klorit + kuarsa ± kalsit ± mineral opak, diperkirakan terbentuk pada tekanan 1 kbar s.d. 3 kbar dengan temperatur < 500°C.

Menurut Raase (1974), kandungan Al^{vi} berpengaruh terhadap tekanan suatu batuan metamorf. Berdasarkan grafik hubungan Si terhadap Al^{vi} pada amfibol, maka kisaran tekanan batuan metamorf adalah sebagai berikut :

1. Epidot amfibolit, tekanan antara 2 sampai 5,5 kbar
2. Amfibolit, tekanan antara 4 kbar sampai 5 kbar

Selain kandungan Al^{vi} dan Si, kandungan Al dan Na dalam amfibol da-

pat digunakan sebagai indikator tekanan dalam kondisi tertentu. Grafik $NaM4 - Al^{iv}$ pada amfibol mempengaruhi tekanan terhadap proses kristalisasi amfibol tersebut. Dari grafik $NaM4-Al^{iv}$ amfibol, menunjukkan bahwa epidot amfibolit terbentuk pada tekanan 1 kbar s.d. 5,5 kbar, sementara amfibolit terbentuk pada tekanan 5,5 kbar - 6 kbar (Brown;1977 dan Raase; 1974).

Kalibrasi geotermometer Holand & Blundy (1990) pada amfibol yang berdampingan dengan plagioklas dilakukan setelah memasukkan data kualitatif Pluysnina (1982), Brown (1977), dan Raase (1974). Dari gabungan data di atas menunjukkan bahwa batuan metamorf, yaitu amfibolit memiliki kisaran 4 kbar sampai 6 kbar dan epidot amfibolit berkisar antara 1 kbar sampai 5 kbar. Hasil kalibrasi keseluruhan tersebut, didapatkan kisaran tekanan dan temperatur amfibolit dan epidot amfibolit sebagai berikut (gambar 6);

1. Amfibolit dengan kumpulan mineralnya, yaitu andesin + hornblende mempunyai tekanan minimum ± 5 kbar dan tekanan optimum ± 6 kbar dengan temperatur $\pm 640^\circ C - 650^\circ C$.
2. Epidot amfibolit dengan kumpulan mineralnya, yaitu hornblende + oligoklas + albit + aktinolit + klorit + epidot mempunyai tekanan minimum ± 4 kbar dan tekanan optimum ± 5 kbar dengan temperatur minimumnya $\pm 410^\circ C$ sampai temperatur optimumnya $\pm 455^\circ C$.

Hasil pengukuran tekanan dan temperatur memperlihatkan adanya penurunan tekanan dan temperatur; hadirnya klorit pada epidot amfibolit diperkirakan terbentuk pada temperatur 370°C sampai 390°C (Deer, et al., 1992); sementara epidot sendiri hasil dari kalibrasi dari beberapa data (Holland & Blundy, 1990 ; Pluysnina, 1982 ; Brown, 1977 ; Raase, 1974 serta paragenesa mineral) diperkirakan

kan terbentuk pada temperatur 410°C sampai 455°C.

PEMBAHASAN

Tersingkapnya batuan amfibolit ke permukaan tentunya berkaitan dengan proses tektonik yang terjadi pada masa lampau. Pada Zaman Tersier (Eosen – Oligosen Bawah) terjadi pengurangan kecepatan penekukan dari 18,02 cm per tahun menjadi 2,16 cm (Suparka, 1980). Pengurangan kecepatan yang cukup drastis ini diimbangi dengan terbentuknya akresi di Komplek Melange Ciletuh, jalur penekukan bergeser ke barat dengan arah utara baratlaut – selatan tenggara serta ditandai dengan hadirnya kompleks melange yang mengandung blok-blok batuan ultramafik yang muncul secara tektonik dan terdiri dari lempengan-lempengan serpentinit dan lava bantal yang bercampur dengan endapan sedimen (Darji, 1994). Selain terbentuk akresi, Pada Kala Eosen – Oligosen Bawah juga terjadi obduksi dimana kerak samudera menindih *island arc* sehingga menyebabkan terjadinya proses metamorfisme yang selanjutnya menjadi batuan metamorf (amfibolit). Adapun mengenai proses *retrograde metamorphism* pada batuan metamorf (epidot amfibolit) diperkirakan terjadi akibat terbentuknya akresi baru disertai dengan pengangkatan (*uplift*) pada Kala Oligosen Atas, yaitu adanya penambahan kecepatan penekukan yang bergeser ke selatan (Suparka, 1980).

KESIMPULAN

Batuan amfibolit dan epidot amfibolit merupakan bagian dari kompleks *mélange* ciletuh yang tersingkap sebagai komponen bersama-sama dengan batuan ofiolit, serpentinit dan lava bantal yang bercampur dengan endapan sedimen. Batuan metamorf ini terbentuk pada temperatur relatif tinggi. Kehadiran amfibolit pada kompleks *mélange* ini diduga erat kaitannya

dengan proses obduksi pada Eosen – Oligosen sehingga terjadi proses metamorfisme. Akibat adanya proses akresi dan *uplifting* pada Kala Oligosen Atas terjadi *retrograde metamorphism* menghasilkan epidot amfibolit.

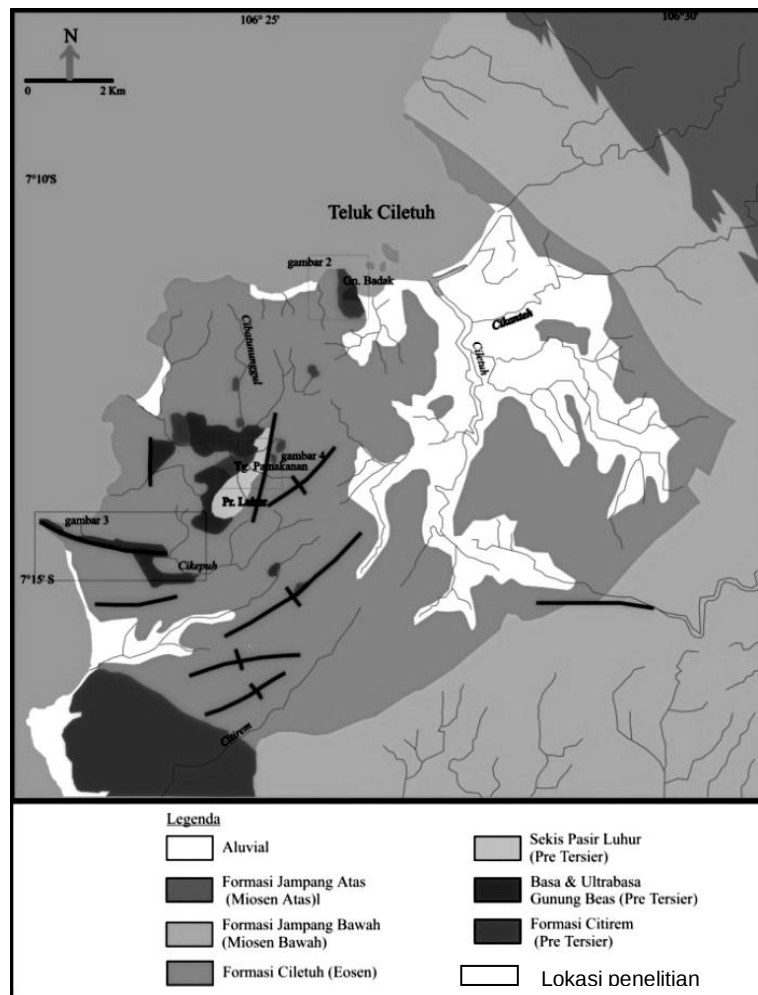
UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Puslit Geo-teknologi LIPI yang telah memberikan fasilitas selama penelitian. Tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada Dr Ildrem syafri yang telah memberikan kesempatan waktunya untuk membimbing dan berdiskusi selama penulis melakukan penelitian.

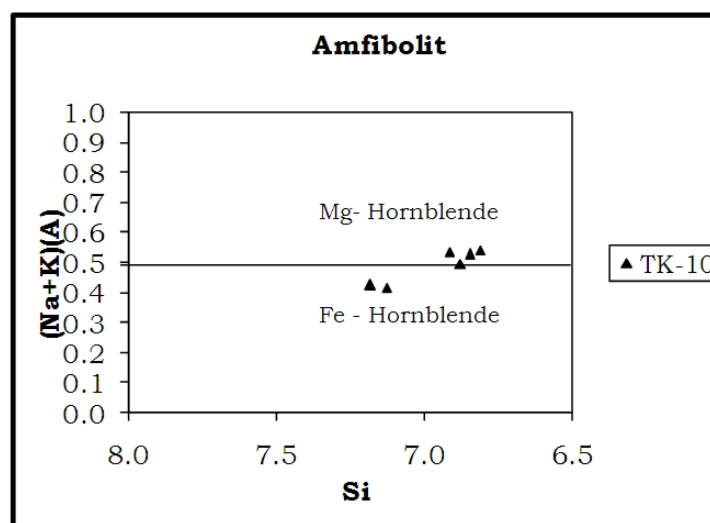
DAFTAR PUSTAKA

- Barker, A.J., 1990. *Introduction to Metamorphic Textures and Microstructures*. Chapman & Hall, New York. page 1 – 18.
- Brown, E.H., 1977. *The Crossite Content of Ca-amphibole as a guide to Pressure of Metamorphism*. J. Petrol. 18, page 53-72.
- Chalokwu, I. C., 1992. *Mineral Chemistry and Thermobarometry of a Southern Appalachian Amphibolite with Epidot + Quartz Symplectite*. Department of Geology, Auburn University, U.S.A. Page 621.
- Dardji Noeradi, 1994. *CONTRIBUTION A L' ETUDE GEOLOGIQUE D'UNE PARTIE OCCIDENTALE DE L'ÎLE DE JAVA – INDONESIE. Stratigraphie, Analyse Structurale et etude Quantitative De La Subsidence des Bassins Sedimentaires Tertiaires. Approche de la Geodynamique D'une Marge Continentale active au droit D'une Zone de Subduction*. Universite de Savoie. Page 99-110, 211.
- Deer, Howie & Zussman, 1992. *An Introduction to Rock-Forming Mineral*. second Edition. Longman Group (FE) Limited, England. Page 7, 85, 143, 223, 332, 391.

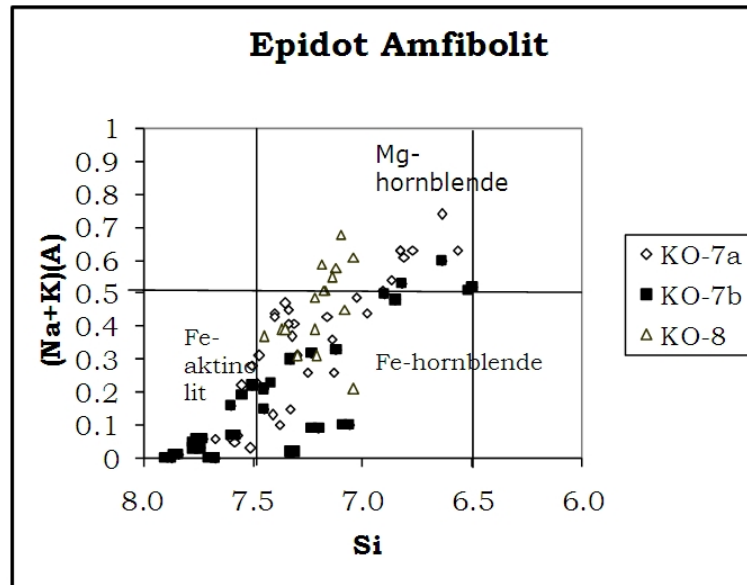
- Holland T.J.B., & Blundy J.D, 1990. *Calcic Amphibole Equilibria and a New Amphibole - Plagioclase Geothermometer*. Department of Earth Sciences, Cambridge Univ., United Kingdom and Department of Earth, Atmospheric & Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology, USA. Page 208 – 213.
- Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., 1997. *Nomenclature of Amphiboles*, Report of the sub-committee on amphiboles of the International mineralogical Association commission on New Mineral and Mineral names. *Mineral Magazine*. Vol.61. page 295 – 321.
- Martodjojo, S., Suparka, S., dan Hadi-wisatra, S., 1978. Status Formasi Ciletuh dalam Evolusi Jawa Barat. *Geologi Indonesia*, Vol. 5., 29-38.
- Pluysnina, L.P., 1982. *Geothermometry and Geobarometry of Plagioclase - Hornblende Bearing Assemblages*. Contribution Mineral. Petrol. 80, page 140-146.
- Raase, P., 1974. *Al and Ti Contents of Hornblende, Indicators of Pressure and Temperature of Regional Metamorphism*. mineralogisch-petrographisches, Institut der Universitat Kiel, page 229-233.
- Schiller, D.M., 1991. Eocene Submarine Fan Sedimentation in South-west Java. Proceeding Indonesian Petroleum Association. 20th annual convention. Page 125-128.
- Spear, F.S., 1989. *Metamorphic pressure-Temperature-Time paths*. Short course in geology. vol.7. American Geophysical union. Page 24-25.
- Sukamto, R., 1975. *Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang*, Jawa Barat, Skala 1 : 100.000. Direktorat Geologi. Bandung.
- Suparka, 1980. Perkembangan Teknik Daerah Jampang, Jawa Barat Berdasarkan Pengamatan Struktur Geologi. *Teknologi Indonesia*. Jilid III. No.1.



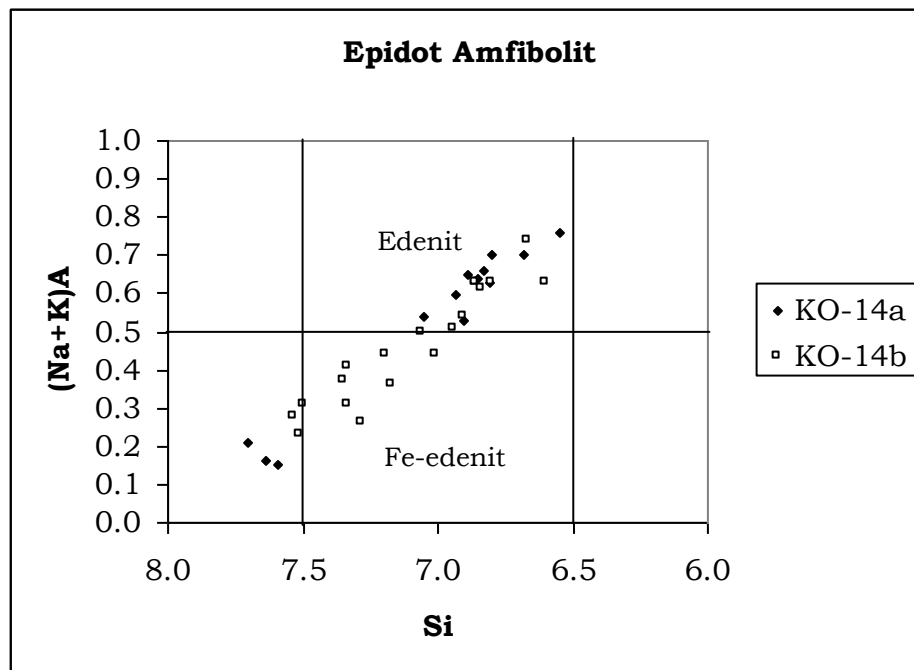
Gambar 1. Peta geologi regional Jampang dan Balekambang (Sukanto, 1975)



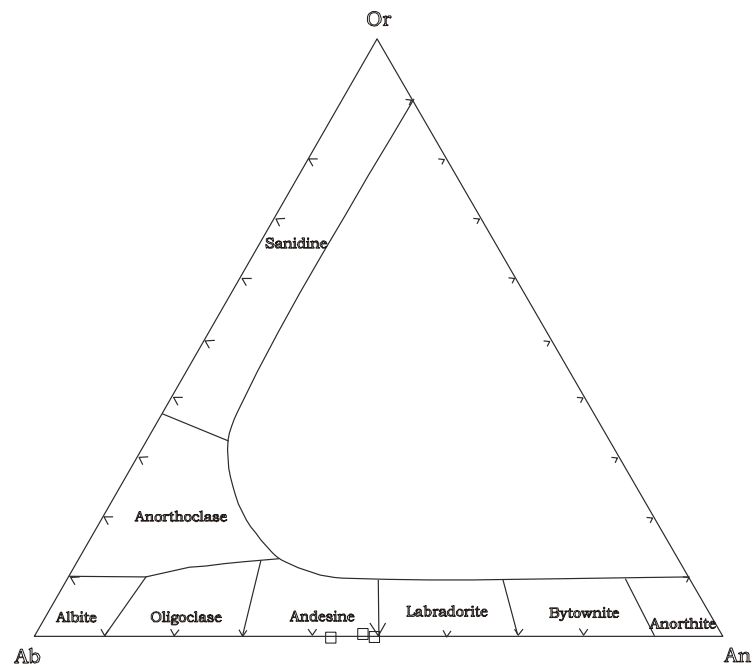
Gambar 2. Komposisi amfibol dari amfibolit dalam diagram Si (Na+K)A (Leake et. Al., 1997)



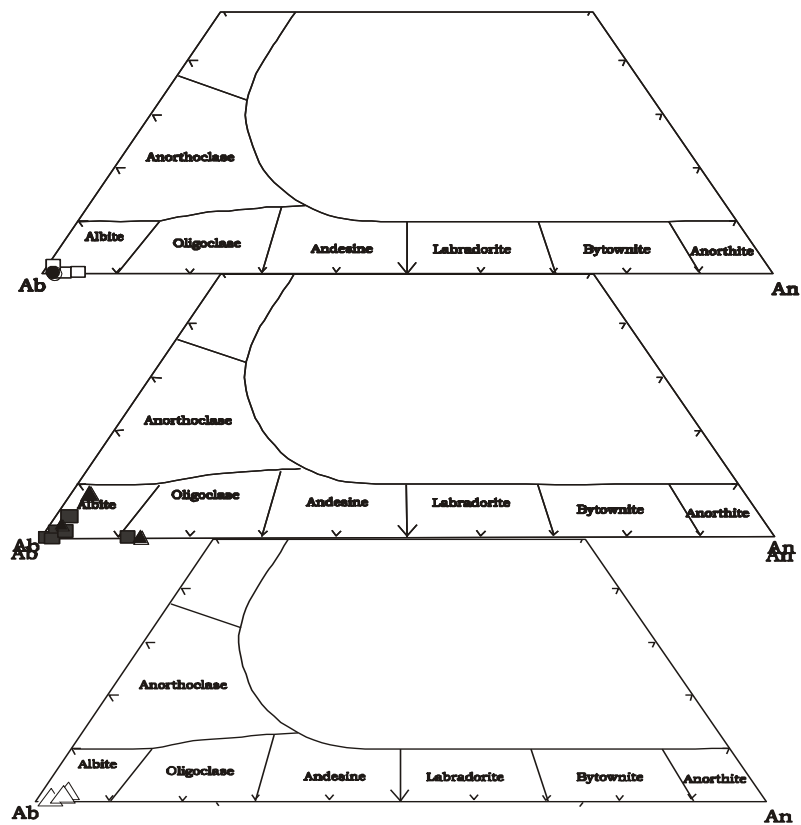
Gambar 3a. Komposisi amfibol dari epidot amfibolit dalam diagram Si (Na+K)A (Leake et. Al., 1997)



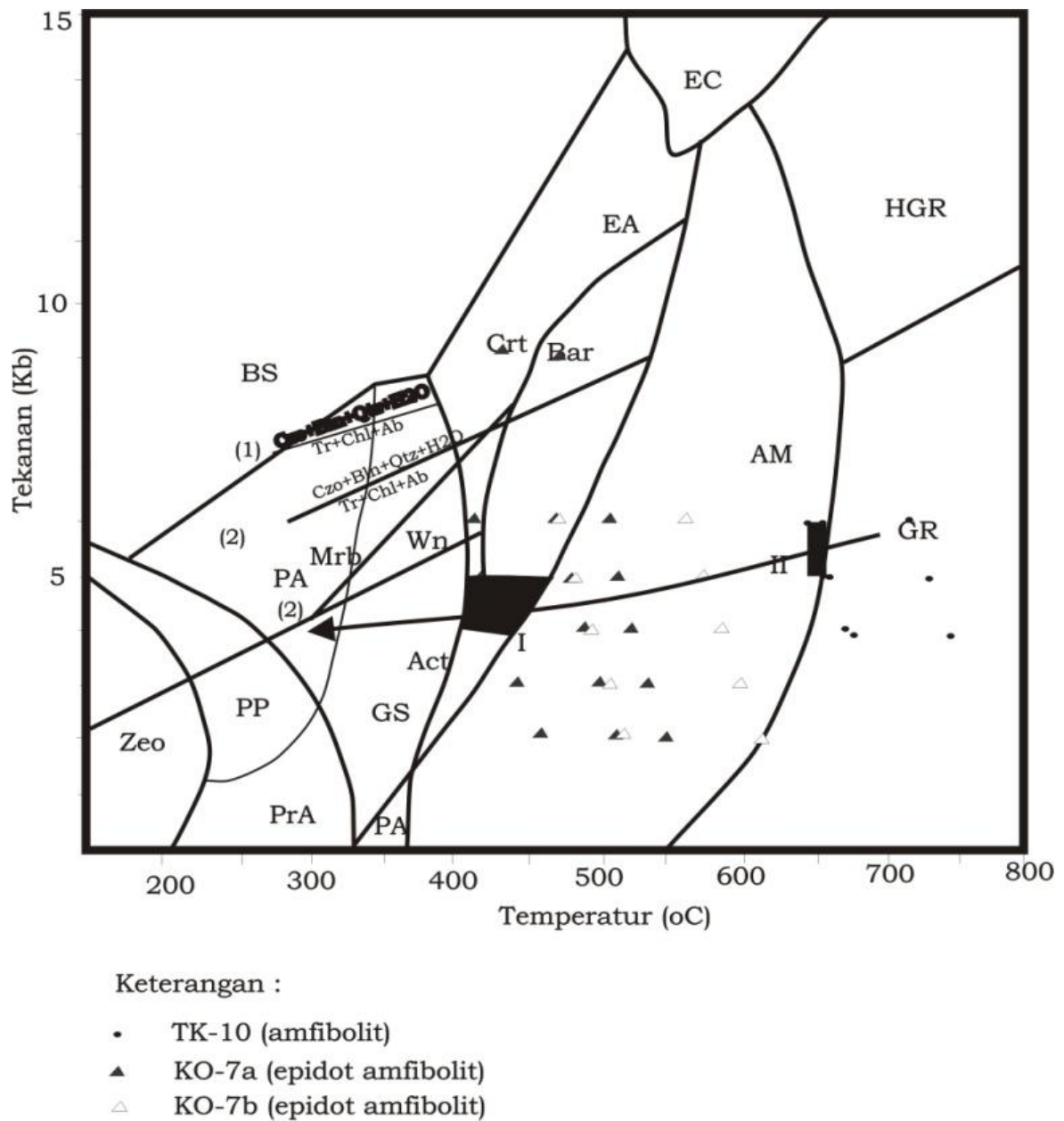
Gambar 3b. Komposisi amfibol dari epidot amfibolit dalam diagram Si (Na+K)A (Leake et. Al., 1997)



Gambar 4. Jenis plagioklas dari amfibolit (□ andesin)



Gambar 5. Jenis plagioklas dari epidot amfibolit (● KO-14a, □ KO-14b, ■ KO-7b, ▲ KO-7a, △ KO-8).



Gambar 6.

Tekanan dan temperatur batuan metamorf di komplek mélange Ciletuh. Amfibolit terbentuk pada temperatur 640°C-650°C dengan tekanan 5 kbar-6 kbar; sementara epidot amfibolit terbentuk pada temperatur 410°C-455°C dengan tekanan 4 kbar-5kbar, sementara (Diagram fasies metamorfik Barker, 1990).