

**JUDUL : PETROLOGI DAN GEOKIMIA BATUAN  
VOLKANIK DI DAERAH KULON PROGO DAN  
SEKITARNYA, DAERAH ISTIMEWA  
YOGYAKARTA**

**TAHUN : 2011**

**JURNAL ILMIAH : MAGISTER TEKNIK GEOLOGI VOLUME: 4, NOMOR 7,  
JANUARI 2011**

**PENYELENGGARA : MAGISTER TEKNIK GEOLOGI, PASCA SARJANA  
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**

**ISSN : 1979-0090**

*Jurnal Ilmiah*

**MTG**

**MAGISTER TEKNIK GEOLOGI**

Petrologi dan Geokimia Batuan Vulkanik di Daerah Kulonprogo  
dan sekitarnya, Daerah Istimewa Yogyakarta

*Agus Harjanto*

Potensi Air Tanah untuk Air Minum Daerah Kebon Cau dan sekitarnya,  
Kecamatan Ujung Jaya, Kabupaten Sumedang, Propinsi Jawa Barat

*Danang Wijaya Budianto*

Kontrol Geologi dan Analisis Kualitas Batubara Daerah Beanhas  
dan sekitarnya, Kecamatan Muara Wahau, Kabupaten Kutai Timur,  
Propinsi Kalimantan Timur, Indonesia

*Budi Prayitno*

Karakteristik Batubara pada Formasi Labanan, Sub Cekungan Berau,  
Daerah Sambaliung, Kabupaten Berau, Propinsi Kalimantan Timur

*Achmad Rodhi*

Analisa Kelayakan Penambahan Sumur Produksi Minyak dan Gas Bumi  
(Studi Kasus PT. Conoco Phillips Indonesia)

*Sulistiyono*

Alterasi dan Mineralisasi Emas Daerah Pertambangan Rakyat  
di Panyabungan, Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara  
berdasarkan Studi PIMA, Petrografi, AAS dan Inklusi Fluida

*Nayarudin N. Rahmat*

Potensi Sumberdaya Batubara Daerah Nyuatan Kabupaten Kutai Barat,  
Propinsi Kalimantan Timur

*Idarwati*

Petrology of Hiro Cave Mekkah, Saudi Arabia, Middle East

*Suharwanto*

## DAFTAR ISI

	Halaman
Petrologi dan Geokimia Batuan Vulkanik di Daerah Kulonprogo dan sekitarnya, Daerah Istimewa Yogyakarta <b>Agus Harjanto</b>	1
Potensi Air Tanah untuk Air Minum Daerah Kebon Cau dan sekitarnya, Kecamatan Ujung Jaya, Kabupaten Sumedang, Propinsi Jawa Barat <b>Danang Wijaya Budianto</b>	18
Kontrol Geologi dan Analisis Kualitas Batubara Daerah Beanhas dan sekitarnya, Kecamatan Muara Wahau, Kabupaten Kutai Timur, Propinsi Kalimantan Timur, Indonesia <b>Budi Prayitno</b>	32
Karakteristik Batubara pada Formasi Labanan, Sub Cekungan Berau, Daerah Sambaliung, Kabupaten Berau, Propinsi Kalimantan Timur <b>Achmad Rodhi</b>	41
Analisa Kelayakan Penambahan Sumur Produksi Minyak dan Gas Bumi (Studi Kasus PT. Conoco Phillips Indonesia) <b>Sulistiyono</b>	55
Alterasi dan Mineralisasi Emas Daerah Pertambangan Rakyat di Panyabungan, Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara berdasarkan Studi PIMA, Petrografi, AAS dan Inklusi Fluida <b>Nayarudin N. Rahmat</b>	71
Potensi Sumberdaya Batubara Daerah Nyuatan Kabupaten Kutai Barat, Propinsi Kalimantan Timur <b>Idarwati</b>	86
Petrology of Hiro Cave Mekkah, Saudi Arabia, Middle East <b>Suharwanto</b>	93

# PETROLOGI DAN GEOKIMIA BATUAN VOLKANIK DI DAERAH KULON PROGO DAN SEKITARNYA, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

oleh :

**Agus Harjanto\***

---

## **Abstrak**

Daerah penelitian secara administrasi terletak di Kabupaten Kulon Progo, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kabupaten Purworejo, Propinsi Jawa Tengah. Secara geografis daerah penelitian berada pada 110°00'00" BT - 110°15'02" BT dan 7°35'00" LS – 7°50'30" LS, dengan luas 32 x 32 km<sup>2</sup>.

Geologi daerah penelitian didominasi oleh batuan vulkanik berumur antara Oligosen-Miosen. Batuan vulkanik tersebut termasuk dalam Formasi Andesit tua yang terdiri dari breksi vulkanik, tuff, andesit, dasit dan diorit. Selain itu batuan vulkanik juga termasuk dalam Busur magmatik Sunda-Banda.

Batuan vulkanik ini mempunyai komposisi kimia antara andesit basaltik sampai dasit dan termasuk seri batuan kalk alkali. Fenokris batuan terdiri dari piroksen, hornblende, plagioklas, felspar alkali dan kuarsa. Busur magmatik yang dihasilkan secara umum berarah timurlaut-baratdaya, berafinitas kalk - alkali dan berhubungan dengan lingkungan tektonik tansisional antara Busur Kepulauan dengan Tepian Benua Aktif

*Kata kunci* : busur magmatik, formasi andesit tua, afinitas, busur kepulauan

## **Abstract**

Study area is located at between Kabupaten Kulon Progo, Special Region of Yogyakarta Province and Kabupaten Purworejo distinct, Central Java Province, with geography coordinates of 110°00'00" BT - 110°15'02" BT and 7°35'00" LS - 7°50'30" LS. This area has 1024 km<sup>2</sup> (32 km x 32 km) wide.

The volcanic rocks in Kulon Progo were formed during Oligocene-Miocene time and have undergone alteration since that time. They mostly form the Old Andesite Formation, which consists of interbedded volcanic breccia, tuff, andesite, dacite and diorite. They are part of the magmatic Sunda-Banda Arc.

These volcanic rocks have chemical compositions that range from basalt andesite to dacite and from low potassium series to calc-alkaline series. Phenocrysts consist of pyroxene, hornblende, plagioclase, alkali feldspars and quartz. Rock chemistry of these volcanics reveals the characteristic of island arc affinities, both by major as well as trace elements abundances.

*Keywords* : magmatic arc, old andesite formation, activity, island arc

\* Program Studi Teknik Geologi, FTM-UPN "Veteran" Yogyakarta.

---



## I. PENDAHULUAN

Daerah penelitian termasuk ke dalam wilayah Pegunungan Progo Barat yang secara fisiografi merupakan suatu kubah dengan puncaknya yang relatif datar dan sisi-sisinya yang terjal. Pegunungan Progo di sebelah utara dan timur di batasi oleh lembah sungai Progo. Dataran endapan alluvial pantai merupakan batas selatannya, sedangkan di sebelah barat pegunungan Progo ini di batasi oleh dataran rendah Purworejo. Secara administrasi daerah penelitian merupakan perbatasan Kabupaten Kulon Progo, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kabupaten Purworejo, Propinsi Jawa Tengah. Letak geografis daerah penelitian adalah  $110^{\circ}00'00''$  BT -  $110^{\circ}15'02''$  BT dan  $7^{\circ}35'00''$  LS -  $7^{\circ}50'30''$  LS dengan skala 1 : 100.000. Sedangkan luas daerah penelitian  $32 \times 32 \text{ km}^2$ . (Gambar 1).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari petrologi dan geokimia batuan vulkanik di daerah Kulon Progo berdasarkan kajian di lapangan maupun analisis laboratorium.

Kegiatan magmatik busur kepulauan berumur Tersier di pulau Jawa diawali sejak 40 – 19 juta tahun yang lalu (Eosen Akhir – Miosen Awal) dan menghasilkan produk berupa jejak sumbu vulkanik berarah barat – timur. Produk himpunan batuan yang terbentuk bersifat andesitis dengan ciri afinitas kalk alkali dan sedikit toleit. Kegiatan magmatik kedua terjadi antara 11 – 2 juta tahun yang lalu (Miosen Akhir – Pliosen) dengan himpunan batuan yang bersifat kalk alkali andesitis (Soeria Atmadja, dkk, 1991).

Berdasarkan penanggalan radiometri K-Ar oleh (Soeria Atmadja, dkk, 1991) bahwa umur batuan vulkanik di daerah Kulon Progo  $42.73 \pm 9.78$  sampai  $15.30 \pm 0.88$  juta tahun yang lalu (Eosen Akhir– Miosen Awal) dengan penyebaran batuan vulkaniknya ke arah barat – timur (pola struktur Jawa).

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian dapat dibagi dalam empat tahap, yaitu :

- 1). Tahap Pertama kompilasi dan analisa data sekunder .
- 2). Tahap kedua adalah pekerjaan lapangan.
- 3). Tahap ketiga kegiatan laboratorium.
- 4). Tahap keempat kegiatan di studio.

### A. Tahap Pertama : Kompilasi dan Analisis Data Sekunder.

Kegiatan ini bertujuan untuk mempelajari data dari peneliti terdahulu guna mendapatkan gambaran mengenai apa yang pernah dilakukan serta disimpulkan mengenai gejala alterasi di daerah penelitian.

### B. Tahap ke dua : Penelitian Lapangan dan Pengambilan Conto batuan

Penelitian ini dilakukan untuk menambah dan melengkapi data yang sudah ada untuk mendukung pemecahan permasalahan

### C. Tahap ke tiga : Kegiatan Laboratorium

#### 1. Analisis Petrografi

Analisa ini merupakan dasar yang sangat penting untuk menentukan analisis selanjutnya. Dalam analisis ini menggunakan mikroskop polarisasi. Analisis petrografi dilakukan untuk conto batuan yang diambil, mencakup pemerian primer, sekunder serta tekstur batuan. Dengan demikian dapat diketahui nama dan jenis batuan serta himpunan mineral alterasi yang ada.

#### 2. Analisis Geokimia Batuan

Analisa Geokimia ICP dilakukan di Actlabs Kanada sebanyak 8 (delapan) dan 10 (sepuluh) di Pusat Survei Geologi (PSG) dengan metoda difraksi sinar-X yang bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur utama dan jarang.

#### **D. Tahap ke empat : Kegiatan Studio**

Pada kegiatan studio ini penulis menoba membuat gambar/tabel petrokimia batuan volkanik berdasarkan data lapangan dan hasil analisis laboratorium

### **III. GEOLOGI REGIONAL**

Van Bemmelen, 1949 membagi Jawa Tengah menjadi enam zona fisiografi, yaitu Gunung Api Kuarter, Dataran Aluvial Utara Jawa, Antiklinorium Serayu Utara, Kubah dan Punggungan pada Zona Depresi Tengah, Zona Depresi Tengah dan Pegunungan Selatan. Berdasarkan pembagian tersebut maka daerah Kulon Progo termasuk bagian dari Zona Depresi Tengah.

Daerah Yogyakarta terutama bagian baratdaya - Pegunungan Kulon Progo merupakan daerah tinggian yang terletak dalam zona poros pematang menurut pembagian Sujanto dan Roskamil, (1977). Sejumlah tinggian dan rendahan dapat dibedakan pada poros ini yaitu : Tinggian Kulon Progo, Tinggian Kebumen, Tinggian Karangbolong, Tinggian Gabon dan Tinggian Besuki. Tinggian dan rendahan tersebut pada umumnya dibatasi oleh sesar-sesar bongkah dengan *throw* relatif besar.

Secara regional satuan Litostratigrafi dari umur tua ke muda adalah : Formasi Nanggulan, Formasi Kaligesing, Formasi Dukuh, Formasi Jonggrangan, Formasi Sentolo serta endapan gunung api Kuarter dan endapan aluvial.

Formasi Nanggulan merupakan Formasi tertua di daerah Kulon Progo, Martin, (1916) menamakan sebagai *Nanggulan beds* (diambil dari Purnamaningsih dan Pringgoprawiro, 1981). Hartono, (1969) mengatakan sebagai *Globigerina marl* untuk lapisan teratas Formasi Nanggulan yang kemudian dijadikan satu satuan stratigrafi yaitu Anggota Seputih oleh (Purnamaningsih dan Pringgoprawiro, 1981). Formasi Nanggulan dicirikan oleh batupasir sisipan lignit, batulempung dengan konkresi limonit, napal, batupasir dan tufa. Sedangkan Anggota Seputih terdiri dari napal yang berwarna putih dengan sisipan batupasir dan batulempung. Berdasarkan analisis foraminifera plangton umur Formasi Nanggulan adalah Eosen Tengah sampai Oligosen Awal (Hartono, 1969).

Di atas Formasi Nanggulan diendapkan Formasi Andesit Tua (Bemmelen, 1949). Pringgoprawiro dan Riyanto, (1987) merevisi penamaan Formasi Andesit Tua menjadi dua Formasi yaitu Formasi Kaligesing dan Formasi Dukuh. Formasi Kaligesing dicirikan oleh breksi monomik, dengan fragmen andesit, sisipan batupasir dan lava andesit. Rahardjo, dkk,(1995) menamakan Formasi ini sebagai Formasi Kebobutak. Sedangkan Formasi Dukuh terdiri dari breksi polimik dengan fragmen andesit, batupasir, batugamping. Umur Formasi tersebut adalah Oligosen Akhir – Miosen Awal.

Di atas Formasi Andesit Tua diendapkan secara tidak selaras Formasi Jonggrangan dan Formasi Sentolo. Formasi Jonggrangan dicirikan oleh napal tufaan dan batupasir gampingan dengan sisipan lignit. Di bagian atas berubah menjadi batugamping berlapis dan batugamping terumbu. Sedangkan Formasi Sentolo bagian bawah dicirikan oleh perselingan batulempung dan batupasir. Kemudian kearah atas berubah menjadi napal sisipan batupasir dan tuf. Bagian atas dari formasi ini dicirikan oleh batugamping berlapis dan batugamping terumbu.

Di atas Formasi Sentolo diendapkan secara tidak selaras endapan volkanik Kuarter yaitu endapan hasil letusan gunung Merapi yang terdiri dari tuf, tuf lapilli, breksi, aglomerat dan lava andesit .

Aktivitas magmatisme di daerah Kulon Progo terjadi pada Oligosen – Miosen (Bemmelen, 1949) dengan penyebaran batuan volkanik barat – timur. Selama jaman Tersier daerah Kulon Progo diperkirakan telah mengalami deformasi paling sedikit dua kali periode fase tektonik (Sopaheluwakan, 1994 dan Soeria Atmadja, dkk, 1991) yaitu pertama terjadi pada Oligosen Akhir – Miosen Awal dan kedua terjadi pada Miosen Tengah – Miosen Akhir yang menghasilkan busur magmatik.

Adanya sesar-sesar yang berpola regangan, sesar-sesar naik dan pergeseran busur magmatik dari utara ke selatan kemudian berubah dari selatan ke utara menunjukkan adanya perkembangan tatanan tektonik. Dalam hal ini gaya yang bersifat regangan berubah menjadi gaya kompresi. Gejala ini berkaitan pula dengan perubahan kecepatan lempeng samudera Hindia-Australia terhadap lempeng Eurasia. Evolusi tektonik Jawa selama Tersier menunjukkan jalur subduksi yang menerus dari lempeng Hindia-Australia menyusup ke bawah Jawa (Hamilton, 1979 dan Katili, 1971). Sedangkan busur magmatik Tersier sedikit bergeser ke arah utara dan busur magmatik Kuartar berimpit dengan busur magmatik Miosen Tengah (Soeria Atmadja dkk, 1991) dengan jalur subduksinya bergeser ke selatan.

Perkembangan tektonik yang lain adalah lajur subduksi Karangsambung-Meratus menjadi tidak aktif karena tersumbat oleh hadirnya material kontinen. Sribudiyani, dkk, (2003) mengatakan bahwa berdasarkan data seismik dan pemboran baru di Jawa Timur menafsirkan terdapatnya fragmen kontinen (yang disebut lempeng mikro Jawa Timur) sebagai penyebab berubahnya lajur subduksi arah baratdaya-timurlaut (pola Meratus) menjadi arah barat-timur (pola Jawa).

#### **IV. PETROLOGI DAN GEOKIMIA BATUAN VOLKANIK DAERAH KULON PROGO**

Analisis petrografi batuan vulkanik di daerah telitian terdapat pada Formasi Andesit Tua . Batuan vulkanik di daerah Kulon Progo terdiri dari mikro diorit, dasit dan andesit. Andesit merupakan batuan vulkanik yang paling dominan di daerah penelitian. Analisis petrografi bertujuan untuk mengetahui batuan asal yang terdiri dari mineralogi, tekstur dan jenis ubahan berdasarkan himpunan mineral yang hadir dalam batuan. Contoh batuan yang dianalisis petrografi sebanyak 45 (empat puluh lima) buah sayatan tipis yang terdiri dari 25 (dua puluh lima) sayatan andesit , 10 (sepuluh) sayatan mikro diorit, 10 (sepuluh) sayatan dasit.

Analisa Geokimia ICP dilakukan di Actlabs Kanada sebanyak 8 (delapan) dan 10 (sepuluh) di Pusat Survei Geologi (PSG) dengan metoda difraksi sinar-X yang bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur utama dan jarang. (Tabel 1)

Formasi andesit tua secara umum disusun oleh litologi :breksi andesit, tuf, tuf lapilli, aglomerat, intrusi andesit, diorit, dasit. Himpunan batuan tersebut secara umum disusun oleh mineral-mineral plagioklas, piroksen, biotit dan gelas. Himpunan batuan tersebut berinteraksi dengan larutan hidrothermal sehingga sebagian mineral mengalami ubahan..

Andesit daerah Kulon Progo dengan mineralogi plagioklas, piroksen, hornblende, biotit dan gelas mengalami ubahan hidrothermal dengan menghasilkan himpunan mineral ubahan seperti: serisit, epidot, klorit, illit, kaolinit, monmorilonit dan kuarsa.

Secara megaskopis andesit hornblenda berwarna abu-abu sebagian telah mengalami ubahan lemah - kuat sehingga warnanya berubah menjadi abu-abu kehijauan. Umumnya memperlihatkan struktur masif dan sebagian sudah terkekarkan (lebar 1-2 mm). Kekar-kekar tersebut terisi oleh mineral pirit, kalkopirit, kuarsa dan ada sebagian mineralisasi yang menyebar di batuan. Mineral penyusunnya terdiri dari plagioklas, hornblenda, kuarsa, K-felspar, biotit, dan mineral opak.

Berdasarkan hasil analisis petrografi menunjukkan bahwa andesit hornblenda ini mempunyai tekstur inequigranular dan kebanyakan subporfiritik. Mineral penyusun batuan berbutir halus hingga sedang (0,1–2mm) yang terdiri dari plagioklas, hornblenda, kuarsa, K-felspar, biotit, pecahan gelas, dan mineral opak.

Fenokris terdiri dari hornblenda yang tertanam pada masa dasar mikrolit plagioklas, mineral mafik dan gelas vulkanik. Contoh batuan andesit hornblenda sebagian telah mengalami ubahan menghasilkan himpunan mineral sekunder antara lain kuarsa, klorit, aktinolit, kalsit dan karbonat, serta di beberapa tempat ditemukan urat-urat kuarsa. Mineral opak yang hadir sebagai butiran tersebar di batuan dan ada yang mengisi urat-urat seperti mineral hematit, pirit, kalkopirit, sfalerit, galena. Mineral opak sebagai butiran umumnya berasosiasi dengan klorit dan aktinolit.

Plagioklas sering memperlihatkan kembaran Carlsbad-albite. Kenampakan plagioklas yang keruh adalah akibat ubahan klorit, aktinolit, kalsit. Kadang ditemukan proses albitisasi dalam batuan. Mineral K-felspar

(sanidin) biasanya hadir bersama dengan kuarsa pada batuan. K-felspar sebagian berubah menjadi mineral klorit, kalsit.

Pseudomorf mineral mafik (hornblenda) sebagian digantikan oleh mineral serisit, klorit, kalsit. Kadang-kadang mineral hornblenda diganti oleh mineral klorit, aktinolit, kalsit. (Foto 1).

Andesit basaltik termasuk dalam Gumuk Ijo dan berupa korok yang menerobos Satuan batuan lebih tua. Andesit basaltik ini berada setempat-setempat di baratdaya daerah penelitian .

Secara megaskopis andesit piroksen berwarna abu-abu sebagian telah mengalami ubahan lemah - kuat sehingga warnanya berubah menjadi abu-abu kehijauan. Umumnya memperlihatkan struktur masif dan sebagian sudah terkekarkan (lebar 1-4 mm). Kekar-kekar tersebut terisi oleh mineral pirit, kalkopirit, kuarsa dan ada sebagian mineralisasi yang menyebar di batuan. Mineral penyusunnya terdiri dari plagioklas, piroksen, hornblenda, K-felspar, biotit, kuarsa, dan mineral opak.

Berdasarkan hasil analisis petrografi menunjukkan bahwa andesit piroksen ini mempunyai tekstur inequigranular dan kebanyakan subporfiritik. Mineral penyusun batuan berbutir halus hingga sedang (0,1–2mm) yang terdiri dari plagioklas, piroksen, hornblenda, K-felspar, biotit, kuarsa dan mineral opak. Fenokris terdiri dari piroksen dan hornblenda yang tertanam pada masa dasar mikrolit plagioklas dan mineral mafik. Contoh batuan andesit basaltik sebagian telah mengalami ubahan menghasilkan himpunan mineral sekunder antara lain kuarsa, klorit, serisit, aktinolit, kalsit dan karbonat, serta di beberapa tempat ditemukan urat-urat kuarsa. Biotit primer berubah menjadi klorit. Mineral opak yang hadir sebagai butiran tersebar di batuan dan ada yang mengisi urat-urat seperti mineral hematit, pirit, kalkopirit, sfalerit. Mineral opak sebagai butiran umumnya berasosiasi dengan klorit, aktinolit atau serisit.

Plagioklas sering memperlihatkan kembaran albit dan Carlsbad-albite. Kenampakan plagioklas yang keruh adalah akibat ubahan klorit, aktinolit, kalsit. Kadang ditemukan proses albitisasi dalam batuan. Mineral K-felspar (sanidin) biasanya hadir bersama dengan kuarsa pada batuan. K-felspar sebagian berubah menjadi mineral klorit, kalsit.

Pseudomorf mineral mafik (piroksen, hornblenda) sebagian digantikan oleh mineral serisit, klorit, kalsit. Kadang-kadang mineral piroksen diganti oleh mineral klorit, serisit, karbonat. (Foto 2).

Dasit termasuk dalam Satuan Gumuk Kukusan dan berupa korok yang menerobos batuan lebih tua. Satuan batuan ini berada dibagian selatan daerah telitian. Jumlah sampel yang dianalisa geokimia sebanyak satu sampel .

Secara megaskopis dasit berwarna abu-abu keputihan dan sebagian telah mengalami ubahan lemah - kuat sehingga warnanya berubah menjadi abu-abu kehijauan. Umumnya memperlihatkan struktur masif dan sebagian sudah terkekarkan ( lebar 1-5 mm ). Kekar-kekar tersebut terisi oleh mineral pirit, kalkopirit, kuarsa dan ada sebagian mineralisasi yang menyebar di batuan. Mineral penyusunnya terdiri dari plagioklas, K-felspar, biotit, kuarsa, hornblenda dan mineral opak.

Hasil analisis petrografi menunjukkan bahwa dasit ini bertekstur inequigranular dan kebanyakan porfiritik. Mineral penyusun batuan berbutir halus hingga sedang (0,1– 1,5 mm) yang terdiri dari plagioklas, K-felspar, biotit, kuarsa, hornblenda, kadang-kadang hadir kuarsa. Fenokris terdiri dari plagioklas dan kuarsa yang tertanam pada masa dasar mikrolit plagioklas dan gelas vulkanik. Bagian tepi biasanya terkorosi oleh agregat mineral kuarsa. Kuarsa menampakkan tekstur *embayment* . Contoh batuan dasit sebagian telah mengalami ubahan menghasilkan himpunan mineral sekunder antara lain kuarsa, aktinolit, klorit, epidot, kalsit, kadang-kadang di beberapa tempat ditemukan urat-urat kuarsa. Mineral opak yang hadir sebagai butiran tersebar di batuan dan ada yang mengisi urat-urat seperti mineral pirit, kalkopirit. Mineral opak sebagai butiran umumnya berasosiasi dengan klorit atau epidot. Dibeberapa tempat terdapat xenokris kuarsa yang hadir bersama-sama dengan plagioklas.

Plagioklas sering memperlihatkan kembaran albit, Carlsbad-albite. Kenampakan plagioklas yang keruh adalah akibat ubahan klorit, epidot, kalsit. Bagian tepi biasanya terkorosi oleh agregat mineral kuarsa.



Mineral K-felspar (sanidin) biasanya hadir tumbuh bersama dengan kuarsa (tekstur felsofirik) pada batuan. K-felspar sebagian berubah menjadi mineral klorit atau epidot. (Foto 3).

Pseudomorf mineral plagioklas sebagian digantikan oleh mineral klorit, kalsit atau epidot. Kadang-kadang mineral hornblenda diganti oleh mineral klorit, epidot.

Diorit menempati setempat-setempat dibagian selatan daerah penelitian. Jumlah sampel yang dianalisa geokimia sebanyak dua sampel yaitu KP20 dan KP117.

Secara megaskopis intrusi diorit berwarna putih kecoklatan dan sebagian telah mengalami ubahan lemah - kuat sehingga warnanya berubah menjadi abu-abu kehijauan. Umumnya memperlihatkan struktur masif dan sebagian sudah terkekarkan (lebar 1-5 mm). Kekar-kekar tersebut terisi oleh mineral pirit, kalkopirit, kuarsa dan ada sebagian mineralisasi yang menyebar di batuan. Mineral penyusunnya terdiri dari plagioklas, piroksen, hornblenda, biotit, kuarsa, K-felspar, dan mineral opak. Sebagian dari intrusi mikro diorit ditemukan adanya belalit yang terisi oleh mineral opak juga.

Berdasarkan hasil analisis petrografi menunjukkan bahwa diorit ini mempunyai tekstur hipidiomorfik granular, sebagian besar equigranular dan kadang-kadang subporfiritik. Mineral penyusun batuan berbutir halus hingga sedang (1–3 mm) yang terdiri dari plagioklas, piroksen, hornblenda, biotit, felspar alkali, kuarsa dan mineral opak. Contoh batuan mikro diorit sebagian telah mengalami ubahan menghasilkan himpunan mineral sekunder antara lain kuarsa, serisit, klorit, biotit, pirofilit, epidot dan lempung, serta di beberapa tempat ditemukan urat-urat kuarsa. Mineral opak yang hadir sebagai butiran tersebar di batuan dan ada yang mengisi urat-urat yaitu terdiri dari hematit, pirit, kalkopirit, sfalerit. Mineral opak sebagai butiran umumnya berasosiasi dengan klorit, aktinolit atau epidot.

Analisa geokimia sebanyak 8 (delapan) conto batuan dilakukan di Activation Laboratories LTD, Ancaster, Ontario, Kanada dengan metoda ICP untuk mengetahui kandungan unsur-unsur utama dan unsur-unsur jarang dan 10 (sepuluh) di Pusat Survei Geologi (PSG) dengan metoda XRF yang bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur-unsur utama, unsur-unsur jarang (Tabel IV.2).

Beberapa diagram dipilih untuk memperoleh gambaran tentang evolusi magma, antara lain : diagram Harker yaitu variasi unsur oksida dengan  $\text{SiO}_2$ , diagram segitiga  $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{MgO} - \text{FeO}^*$  (A-F-M) serta diagram-diagram yang memperbandingkan kandungan  $\text{FeO}^*$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ , dan  $\text{Na}_2\text{O}$  serta  $\text{K}_2\text{O}$  terhadap  $\text{FeO}^*/\text{MgO}$  Miyashiro dan Shido, (1975). Sedangkan untuk mempelajari diskriminasi geokimia dari batuan dipilih beberapa diagram dari Pearce, dkk., (1977) yang menggunakan  $\text{FeO}^*-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$  dan Mullen, (1983) yang menggunakan  $\text{TiO}_2-\text{MnO} \times 10 - \text{P}_2\text{O}_5 \times 10$ . Diagram laba-laba yang menunjukkan hubungan antara unsur jarang (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb dan Lu) yang dinormalisasi dengan kondrit berdasarkan Sun dan McDonough, (1989).

## V. DISKUSI

Dari pengamatan petrografi menunjukkan bahwa batuan beku di daerah Kulon Progo mempunyai komposisi intermediet sampai asam dan bertekstur porfiritik. Selain itu terdapat perbedaan yang mencolok ukuran mineral antara fenokris dan masa dasar. Terbentuknya tekstur ini merupakan dampak dari derajat kristalisasi dari pendinginan magma yang lambat menjadi cepat sebagai konsekuensi keluarnya magma ke permukaan. Peristiwa ini biasa terjadi pada aliran lava atau pun magma hipabisal.

Fenomena lain yang umum dijumpai pada batuan vulkanik adalah gejala resorpsi yang menimpa pada setiap litologi batuan. Adanya zoning pada mineral mafik dan plagioklas, opak rim, korosi pada bagian tepi mineral mafik, hingga *embayment* pada kuarsa merupakan peristiwa yang disebabkan oleh gejala resorpsi (Cox dkk.,1979). Gejala resorpsi adalah gejala dimana fenokris pada bagian tepinya mengalami pelelekan akibat proses korosi oleh masa dasarnya. Gejala resorpsi ini apabila terjadi pada mineral kuarsa sering disebut dengan tekstur *embayment*. Gejala resorpsi ini secara umum disebabkan karena *disequilibrium* temperatur pada waktu magma naik ke permukaan.

Dari analisa kimia disusun suatu diagram variasi unsur utama terhadap  $\text{SiO}_2$  (diagram Harker, Gambar I3a

dan 3b). Pada diagram Harker ini secara umum dapat dilihat adanya penurunan kadar  $Al_2O_3$ , CaO, FeO total dan MgO sebanding dengan peningkatan kadar  $SiO_2$ . Kecenderungan menurun yang terjadi pada unsur-unsur di atas menyatakan bahwa proses fraksinasi kristal plagioklas, piroksen terutama klinopiroksen, hornblenda dan magnetit terjadi secara bersamaan. Fraksinasi plagioklas menyebabkan penurunan kadar  $Al_2O_3$  dan CaO pada magma. Sedangkan FeO total dan MgO berkaitan dengan fraksinasi piroksen, hornblenda dan magnetit. Penurunan unsur-unsur ini menambah proporsi untuk unsur lain yaitu unsur alkali ( $Na_2O$  dan  $K_2O$ ) dalam magma, yang pada akhirnya memungkinkan pembentukan plagioklas yang lebih asam.

Hasil analisis kimia menunjukkan kisaran prosentasi berat  $SiO_2$  antara 50,82 – 63,01. Berdasarkan kandungan  $SiO_2$  tinggi yaitu antara 50,82% - 63,01% daerah Kulon Progo mempunyai kerabat batuan dari andesit basaltik sampai dasit (Gambar 2).

Kandungan FeO dan  $Fe_2O_3$  berkisar antara 0.13% berat sampai 9,85% berat dari semua conto batuan memperlihatkan korelasi yang baik terhadap  $SiO_2$  membentuk pola negatif. Kandungan  $TiO_2$  menunjukkan prosentasi rendah di beberapa conto batuan beku yaitu kurang dari 1% berat memberikan indikasi karakteristik batuan magmatis berasal dari afinitas orogenik (Gill, 1981). Kandungan  $FeO^*$  dan  $TiO_2$  mengontrol fraksinasi piroksen, hornblenda dan oksida Fe-Ti. Kandungan CaO sangat bervariasi yaitu berkisar antara 6,44 – 10,04% berat dan memperlihatkan pola negatif. Pola negatif dari  $TiO_2$ ,  $FeO^*$  dan CaO merefleksikan fraksinasi dari plagioklas dan magnetit pada evolusi magma toelitik maupun kalk-alkali (Wilson, 1989). Hubungan MgO dengan  $SiO_2$  memperlihatkan pola relatif negatif dengan presentasi antara 2,06 - 4,52% berat. Kandungan  $P_2O_5$  di seluruh batuan menunjukkan pola negatif dengan bertambahnya  $SiO_2$ .

Perajahan kedalam diagram AFM yang disajikan dalam (Gambar 4), untuk daerah Kulon Progo memperlihatkan evolusi seri Bowen, yaitu evolusi magmatik yang dicirikan oleh tidak adanya pengkayaan besi pada permulaan diferensiasi. Kecenderungan ini pada umumnya dimiliki oleh batuan-batuan deret kalk-alkali.

Dalam diagram  $FeO - FeO^*/MgO$  dan  $TiO_2 - FeO^*/MgO$  memperlihatkan penurunan Fe dan Ti bersamaan dengan meningkatnya  $FeO^*/MgO$  (Gambar 5 dan 6). Hal ini menunjukkan adanya kristalisasi dari piroksen, hornblenda dan biotit serta plagioklas dan merupakan ciri dari magma kalk-alkali dimana tidak adanya pengkayaan Fe pada awal diferensiasi. Selain itu penurunan Ti merefleksikan bahwa kristalisasi hornblenda berlangsung secara menerus dengan meningkatnya proses diferensiasi magma.

Litologi yang bervariasi pada produk lava yang berupa mikro diorit, andesit andesit basaltik serta dasit pada batuan vulkanik di daerah penelitian merupakan hasil proses diferensiasi magma.

Berdasarkan unsur jejak dan unsur jarang batuan beku di daerah Kulon Progo menunjukkan daerah busur magmatik dimana kandungan LILE relatif tinggi seperti Ba dan Sr serta adanya pengurangan pada, Nb, Th dan Hf. Batuan beku daerah Kulon progo menunjukkan kandungan LILE yang tinggi dimungkinkan adanya pengaruh kontaminasi dari kerak selama diferensiasi magma. Kandungan unsur Lantanum (20,0-28,0 ppm), Iterbium (1,54-2,0 ppm) dan Serium (25,4-28,4 ppm) menunjukkan bahwa conto batuan vulkanik di daerah Kulon Progo berasal dari lingkungan tektonik transisional antara Busur Kepulauan dengan Tepian Benua Aktif.

Kandungan Th yang relatif rendah (kurang dari 10 ppm) menunjukkan batuan beku daerah Kulon Progo telah mengalami kontaminasi yang berasal dari kerak bagian bawah. Berdasarkan ciri-ciri petrologi dan kimiawinya menunjukkan bahwa sumber magma dari batuan beku di daerah Kulon Progo dimungkinkan berasal dari mantel bagian atas demikian juga yang ditunjukkan oleh pola dari diagram lababanya. (Gambar 7)

## V. KESIMPULAN

Dari hasil penyelidikan di lapangan dan analisis laboratorium dapat disimpulkan :

- a. Proses magmatisme di daerah Kulon Progo terjadi dua periode, yaitu : magmatisme kala Oligosen Akhir-Miosen Awal ( $29,63 \pm 22,64$  jtl, Soeria-Atmadja dkk, 1994), menghasilkan diorit, andesit dan dasit; sedangkan magmatisme kala Miosen Akhir ( $8.1011 \pm 1.19$  jtl) menghasilkan diorit dan dasit.
- b. Berdasarkan komposisi kimianya, batuan vulkanik di daerah Kulon Progo termasuk dalam seri kalk alkali dengan komposisi mineral dari andesit basaltik sampai dasit. Kandungan unsur Lantanum (20,0-28,0 ppm), Iterbium (1,54-2,0 ppm) dan Serium (25,4-28,4 ppm) menunjukkan bahwa conto batuan vulkanik di daerah Kulon Progo berasal dari lingkungan tektonik transisional antara Busur Kepulauan dengan Tepian Benua Aktif.

## VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Data penulisan ini sebagian mengambil dari data disertai penulis pada waktu menempuh program Doktor di ITB oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Prof.Dr.Emmy Suparka selaku promotor pada waktu penulis menempuh program doktor di ITB dan Prof.Dr.Sukendar asikin serta Dr.ir.Suyatno Yuwono selaku co promotor pada waktu penulis menempuh program doktor di ITB.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Asikin, S. (1974), *Evolusi Geologi Jawa Tengah dan sekitarnya ditinjau dari segi Tektonik Dunia yang baru*, Disertasi doktor, ITB, tidak diterbitkan, 74-103.
2. Bellon H., Soeria Atmaja R., Maury R.C., Suparka E. dan Yuwono Y.S. (1988), Chronology and petrology of Back Arc Volcanism in Java, *Proc. Reg. Conf. Geol. Min. Hyd.Res.SE*, 245-257.
3. Bellon H., Soeria Atmaja R., Maury R.C., Polve M., Pringgoprawiro H. dan Priadi B. (1989), Chronology 40K-40Ar dn Volcanisme tertiare de Java Central (Indonesie) mise en evidence de deux episodes distincts de magmatisme d arc, *C.R. Acad Sei Paris*. T 309, serie II, 71-77.
4. Bothe A.Ch.D, (1929), The Geologi of the Hill near Djiwo and the Southern Range, *Proc.of 4<sup>th</sup> Pacific Sci.Conggres, Java*, Geol.Survey, Bandung.
5. Cas,R.A.F, dan Wright, J.V. (1984), *Volcanic Successions Modern and Ancient, A Geological Approach to Processes, Products and Successions*, Department of Earth Science, Monash University, Allen and Unwin, London, 301-527.
6. Ehlers E.G., dan Blatt H., (1982), *Petrology Igneous, Sedimentary and Metamorphic*, Freeman, Cooper & Company, United State of America, 425-439.
7. Fisher R.V. dan Schmincke H.U., (1984), *Pyroclastic Rocks*, Springer Verlag, 369-410.
8. Gill J.B., (1981), *Orogenic Andesit and Plate Tectonics, Minerals, Rocks and Inorganic Materials*, V.16, Springer-Verlag, Berlin, 375-390.
9. Hall R., (2001), Plate tectonic reconstructions of the Indonesian Region, *Proceeding Indonesian Petroleum Association*, 24, 71-84.
10. Hamilton W., (1979), *Tectonic of the Indonesian Regions*, US Geological Survey, Proffessional paper No.1078, Washington, 18-42.
11. Katili, J.A., (1975), Volcanism and plate tectonic in Indonesian Ialand Arc. *Tectonophysics*. V.26, 165-188.
12. Kadar D., (1986), *Planktonic Biostratigraphy of the Sentolo Formation, Central Java*, Paleontology report Direktorat PPPG, Bandung, 1-18.

13. Lawless J.V., White P.J., Bogie I., Paterson L.A. dan Cartwright A.J., (1998), *Hydrothermal Mineral Deposits in Arc Setting, exploration based an mineralization*, Kingston Morisson, Ltd, 289-316.
14. Leterrrier J., Yuwono Y.S., Soeria Atmadja R. dan Maury R.C. (1990), Potassic volcanism in Central Java and South Sulawesi Indonesia, *Joar.S.E. Asian Erth Sulawesi, Indonesia, Joar. S.E. Asian Earth Sci.*, Vol. 4 No.3, 171-187.
15. Lowell D.J., dan Gilbert J.D., (1970), Lateral and Vertical Alteration-Mineralization Zoning in
16. Martodjojo S., dan Djuhaeni, (1996), Sandi Stratigrafi Indonesia, Komisi Sandi stratigrafi Indonesia, *IAGI*, Jakarta, 1-36
17. Miyashiro A. dan Shido F., (1975), Tholeiitic and calc-alkalic series in relation to the behavior of titanium, vanadium, chromium, *Amer.Jour.of Sci.*, vol 275, 265-277.
18. Mullen E.D., (1983), MnO/TiO<sub>2</sub>/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : A minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environment and its implications for petrogenesis. *Earth.Planet.Sci.Lett.*, vol 62, 53-62.
19. Paltrinieri F., Sajekti S. dan Suminta, (1976), Biostratigraphy of the Jatibungkus section (Luk Ulo area) in Central Java.*Proc. of IPA 5<sup>th</sup> ann.co.* 637-662.
20. Park, C.F., Jr dan MacDiarmid, R.A., (1975). *Ore Deposit*. H.W. Freeman and Company, San Francisco, 496-522.
21. Peacock, S.M., Rushmer, T., dan Thompson, A.B., (1994), Partial melting of subducting oceanic crust, *Earth and Planetary Science Letters* 121, 227-244.
22. Pearce, J.A, dan Cann, J.R., (1973), Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses, *Earth and Planetary Science Letters* 19, 290-300.
23. Pringgoprawiro H. (1969), On the age of the Sentolo Formation based on planctonic foraminifera, *Bandung Inst.Technology, Dept.Geol.Contr.*, No. 64, 5-21.
24. Purnamaningsih, S. dan Pringgoprawiro, H. (1981), Stratigraphy and planktonic foraminifera of the Eocene-Oligocene Nanggulan Formation, Central Java, *Geol.Res.Dev.Centre Pal.Ser. Bandung,Indonesia*, No. 1, 9-28.
25. Pringgoprawiro,H. dan Riyanto, B. (1988), Formasi Andesit Tua suatu Revisi, *Bandung Inst.Technologi, Dept.Geol.Contr.*, 1-29.
26. Pulunggono A. dan Martodjojo S., (1994), Perubahan Tektonik Paleogen – Neogen merupakan Peristiwa Tektonik Terpenting di Jawa, *Prosiding Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa*, Jurusan Teknik Geologi UGM, 37-50.
27. Rahardjo,W., Rumidi S. dan Rosidi H.M.D. (1977), *Geological map of the Yogyakarta Quadrangle, Java*, skala 1 : 100.000, Geological Survey of Indonesia, 1-15.
28. Situmorang B. dan Siswoyo, (1976), Wrenc tectonic and aspect of hydrocarbon accumulation in Java, *Proc. of IPA 5<sup>th</sup> ann.cn.* 12-22.
29. Simandjuntak T.O. dan Barber A.J., (1996), Contrasting tectonic styles in the Neogen orogenic belts of Indonesia. In Hall R., Blundell D.J., (Eds) *Tectonic Evolution of SE Asia. Geol.Soc.of London Spec.Pub.*185-201.

30. Schmid R., (1981), *Descriptive Nomenclature and Classification of Pyroclastic Deposit and Fragments*: Recommendation of the IUGS Subcommission on the Systematic of Igneous Rocks. *Geology* 9, 35-43.
31. Soeria Atmadja R., Maury R.C., Bellon H., Pringgoprawiro H., Polve M. dan Priadi B. (1994), The Tertiary Magmatic Belts in Java, Proc Symp. On Dynamics of Subduction and it products, *The silver Jubilee Indom. Inst. Of Sci (LIPI)*, 98-121.
32. Sopaheluwakan J. (1994), Critiques and a new perspective on basement tectonic studies in Indonesia : a review of current results and their significance in geological exploration, *Prosiding tridasawarsa Puslitbang Geoteknologi LIPI*, II, 163-175.
33. Sribudiyani, Muchsin N., Ryacudu R., Kunto T., Astono P., Prasetyo I, Sapiie B., Asikin S., Harsolumaksono A.H. dan Yulianto I., (2003), The Collision of The East Java Microplate and Its Implication For Hydrocarbon Occurrences in the East Java Basin, *Proceedings Indonesian Petroleum Association*, October 2003, 1-12.
34. Streckeisen A.L., (1976), To Each Plutonic Rock Its Proper Name, *Earth Sci.Rev.*12, 1-34.
35. Streckeisen A.L., (1978), Classification and Nomenclature of Volcanic rocks, lamprophyres Carbonatites and Melilitic Rocks, *Neues.Jahrb.Mineral. Abh.*134, 1-14.
36. Untung M. dan Wiriosudarmo, 1975, Pola Struktur Jawa dan Madura sebagai hasil penafsiran pendahuluan gaya berat, *IAGI* Vol.2 No. 1, 15-24.
37. Van Bemmelen R.W. (1949), *The Geology of Indonesia*, The Hague Martinus Nijhoff, Vol. IA, 653-732.
38. Van Zuidam R.A., (1983), *Guide to Geomorphic Areal Potographic Interpretation and Mapping*, ITC, Enschede, Netherlands, 110-128.
39. William 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.
40. Wilson (1989), *Igneous Petrogenesis*, Global Tectonic Approach, Department of Earth Science, University of Leeds, London, 451-466.
41. Yuwono Y.S., Soeria Atmadja R., Suparka,M.E. dan Maury R.C. (1991), Mineralogical studies of Two Distinct volcanic rock Series of The Muria Products, Central Java, *Proc.Symp on the Dynamics of subduction and of sei, LIPI*, 122-143.









Rb	Sr	Hf	Th	Zr	Pb	Ta	Ba	Lu	Yb	Tm	Er	Ho	Dy	Tb	Gd	Eu	Sm	Pr	Ce	La
3	370	2.5	3.7	87	< 5	0.2	157	0.31	2.2	0.34	2.3	0.7	3.6	0.6	3.7	1.17	3.6	3.34	25.7	12.4
4	325	2.5	3.9	85	5	0.2	130	0.28	1.9	0.3	2	0.7	3.3	0.6	3.4	1.05	3.2	3.21	25.4	12.3
24	332	2.6	4.1	86	14	0.2	199	0.28	1.9	0.3	2	0.6	3.2	0.6	3.3	1.07	3.3	3.48	28.1	13.9
11	554	5	9	122	34	0.6	353	0.2	2	0.4	1.96	0.5	4	0.7	2	2	7	12.2	18	2
26	310	2.3	3.9	82	6	0.2	324	0.27	1.8	0.29	1.9	0.6	3.1	0.5	3.3	1.06	3.3	3.25	24.7	12.9
25	545	5	10	102	11	0.7	569	0.24	1.54	0.32	2	0.72	3.6	0.84	5.28	2	8	12	34	24
32	305	3.3	4.3	111	6	0.2	260	0.38	2.5	0.4	2.7	0.8	4.1	0.7	4.1	1.23	3.7	3.66	28.4	14.2
10	289	2.8	1.9	98	< 5	0.3	140	0.29	1.9	0.32	2.1	0.7	3.2	0.5	3.2	1.03	3	3.09	24.1	11.5
	440	6	10	953	20	0.62	507	0.72	4	0.23	2	0.9	4	0.8	4	2	8	13	32	32
17	534	5	10	232	5	0.54	446	0.2	2	0.5	2	0.5	3	0.6	4	1.91	6	12	30	37
56	276	2.8	3.9	97	7	0.2	325	0.21	1.4	0.21	1.4	0.4	2.2	0.4	2.2	0.75	2.2	2.55	21.2	11.2
	330	5	10.2	264	11	0.7	197	0.2	1.6	0.24	2	0.55	3.16	0.8	2	2.17	7.7	12	16	4
	314	5	10	353	5.5	0.6	159	0.21	1.54	0.36	2	0.5	3.5	0.83	5.17	2	8	11	5	28
50	281	2.8	4.9	97	< 5	0.2	285	0.27	1.7	0.26	1.7	0.5	2.7	0.5	2.6	0.85	2.4	2.75	23.3	12.4
	315	5	10.6	208	4.08	0.64	157	0.24	1.71	0.4	2.13	0.5	3.5	0.9	5.08	2.05	7.8	14.6	11.7	20
	315	4	10	164	12	0.6	83	0.2	2	0.5	2.16	0.6	4		1.79	2.27	8	11	8	8
	295	4.8	10.6	369	4	0.66	192	0.24	1.62	0.5	1.8	0.5	3.5	0.6	3.7	2.03	7.5	12.6	17	10
	331	5	12	301	3	0.63	225	0.25	1.54	0.38	1.56	0.54	3.55	0.57	1.52	2.09	7.58	13.56	16	2

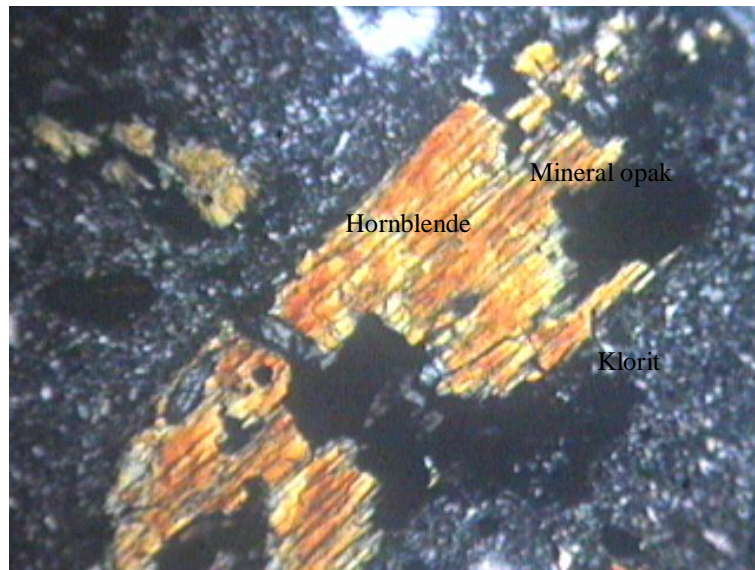


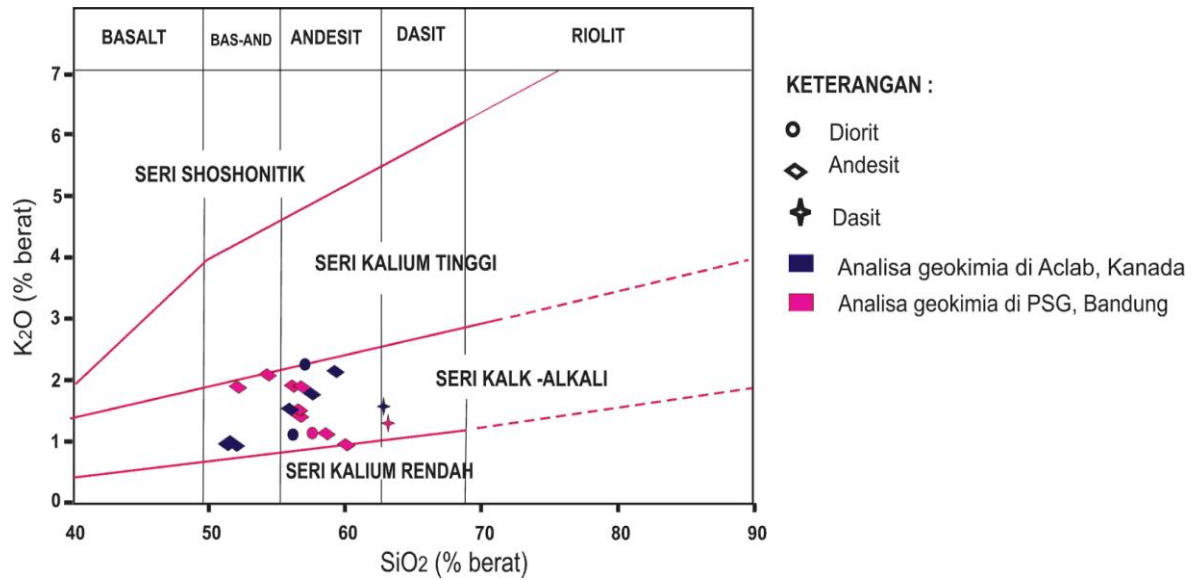
Foto 1 Sayatan petrografi andesit lokasi daerah Sangon dan terdapat inklusi mineral opak .



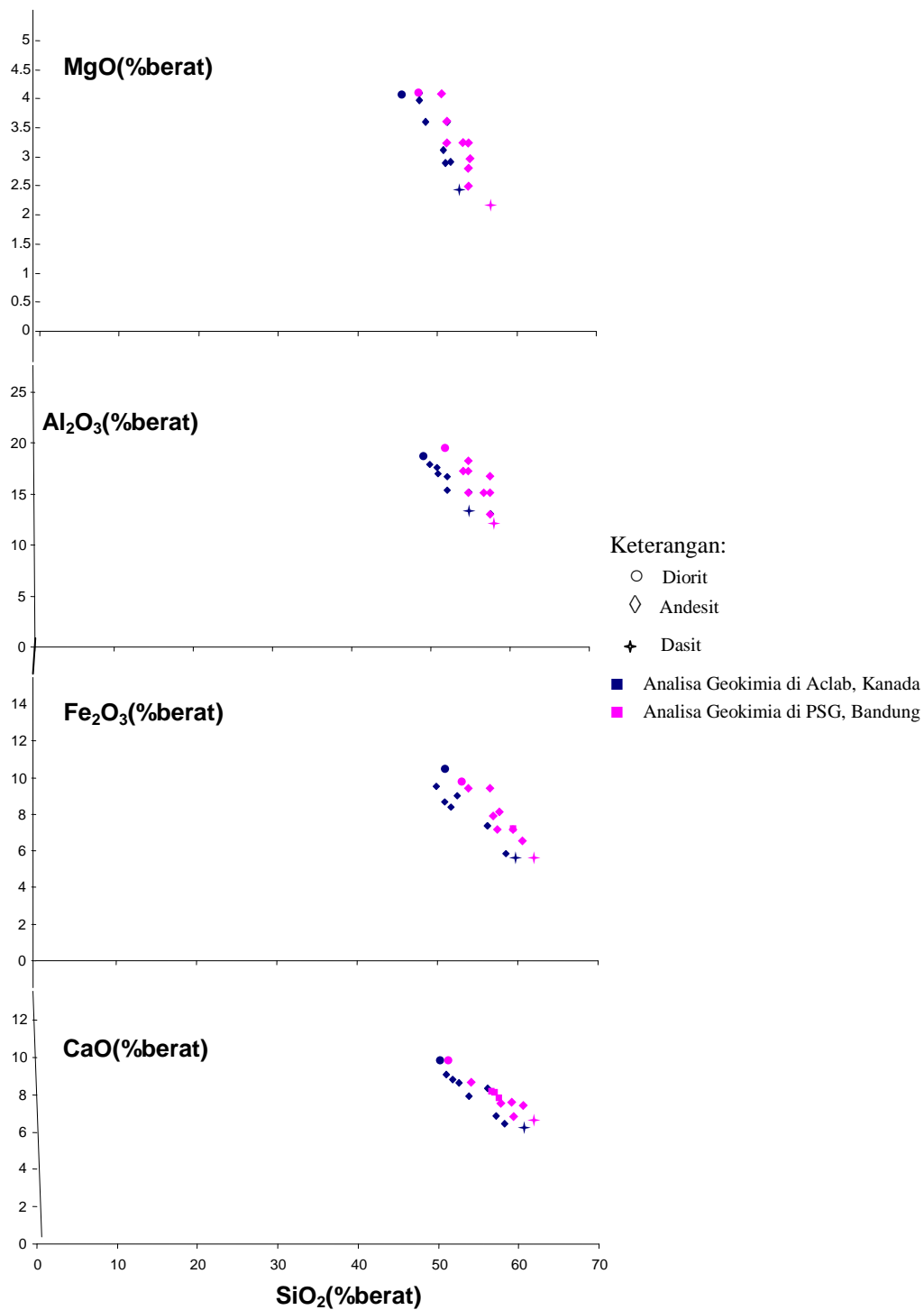
Foto 2 . Sayatan petrografi dasit lokasi hargorejo di mana andesit mempunyai terkstur porfiritik



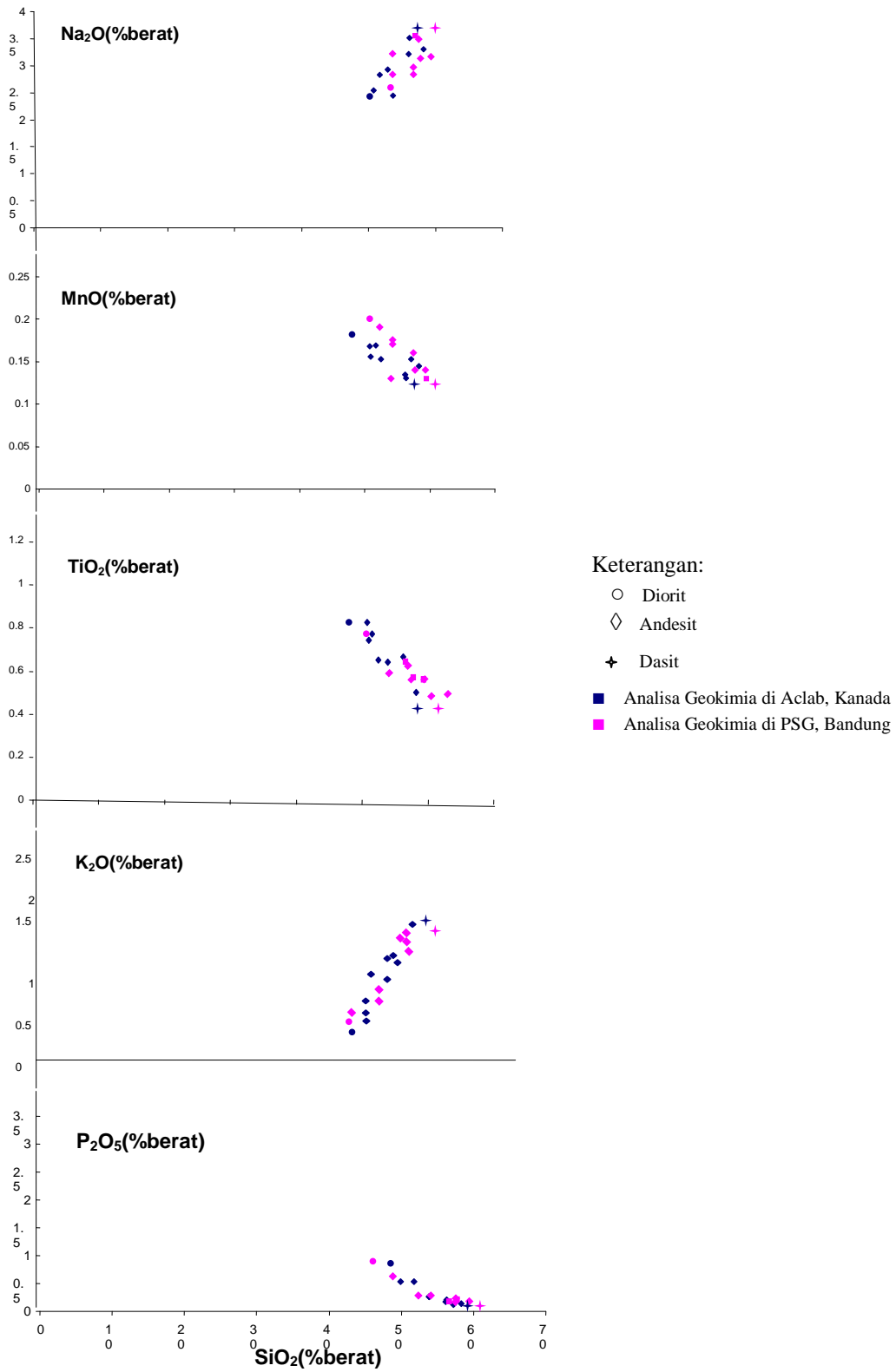
Foto 3. Sayatan petrografi diorit lokasi gunung Telu di mana diorit mempunyai terstruktur porfiritik dan mineral plagioklas sebagian berubah menjadi klorit.



Gambar 2. Perajahan batuan beku daerah Kulon Progo dan sekitarnya dalam diagram Peccerrillo & Taylor, (1976)

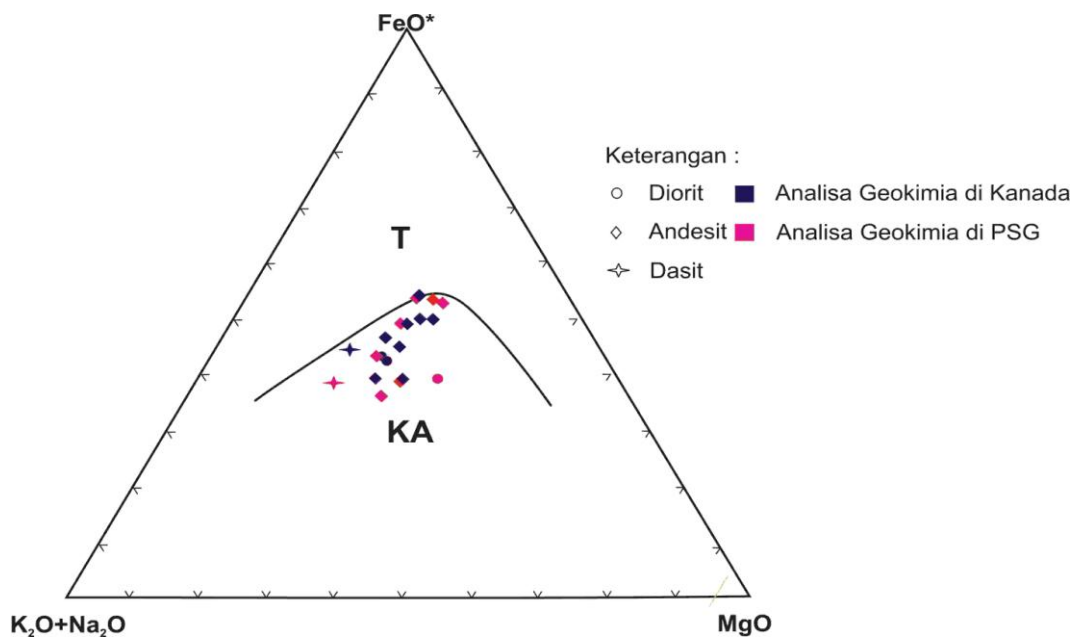


Gambar 3a. Perajahan batuan beku daerah Kulon Progo dan sekitarnya dalam diagram Harker menunjukkan variasi unsur utama oksida (dalam % berat) terhadap SiO<sub>2</sub> (dalam % berat).

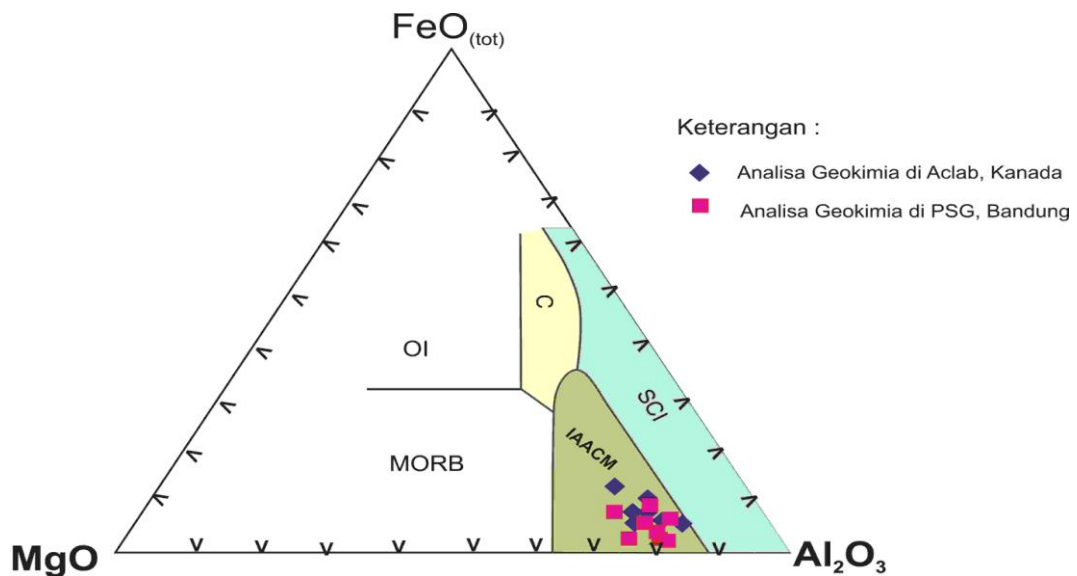


Gambar 3b. Perajahan batuan beku daerah Kulon Progo dan sekitarnya dalam diagram Harker menunjukkan variasi unsur utama

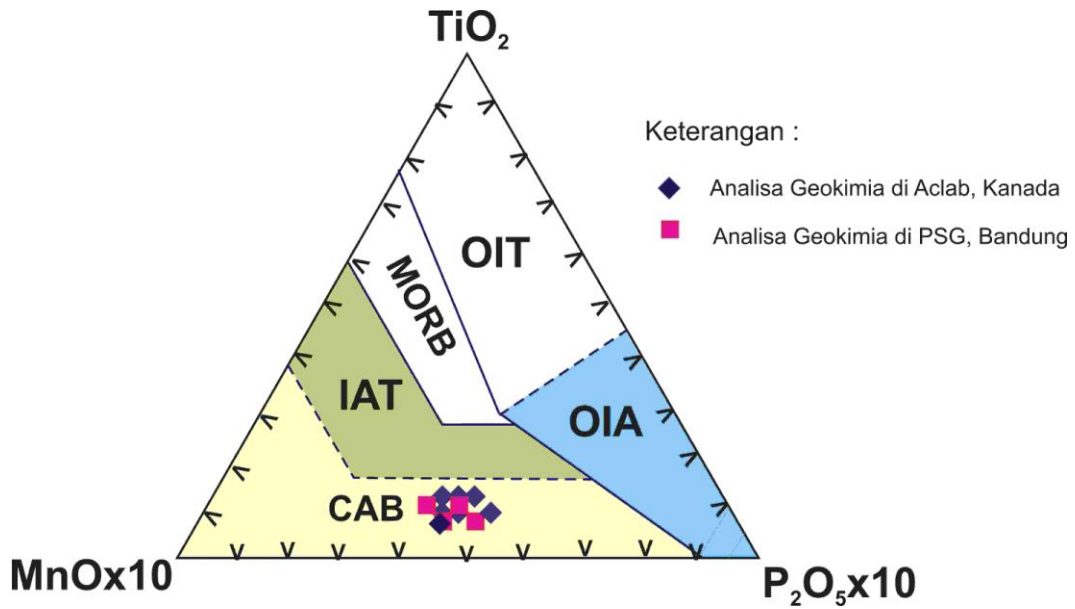




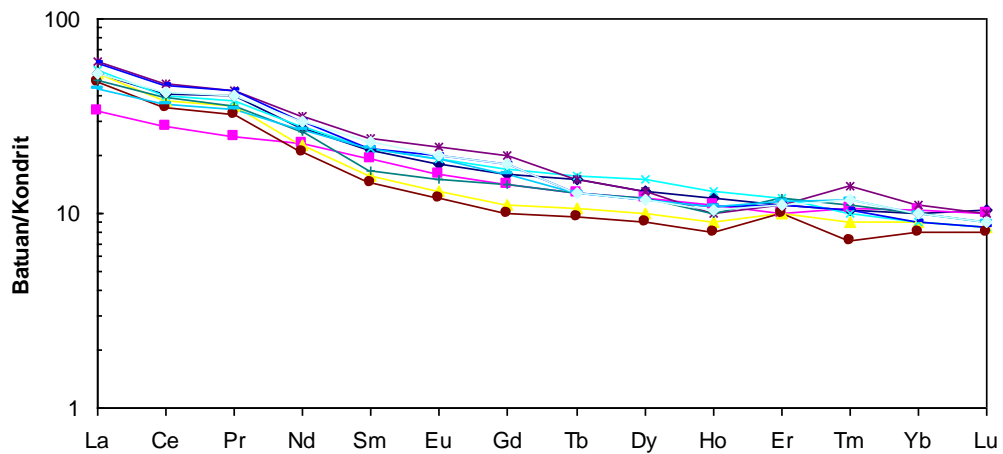
Gambar 4. Perajahan himpunan batuan-batuan beku dalam diagram AFM dimana A ( $K_2O+Na_2O$ ), F ( $FeO^*$ ) dan M ( $MgO$ ), T (toleitik) dan KA (kalk alkali). Batas T dan KA diambil dari Irvine & Barrager (1971)



Gambar 5. Perajahan beberapa conto batuan di daerah Kulon Progo dalam diagram  $FeO^*$ ,  $MgO$  dan  $Al_2O_3$  dari Pearce dkk., (1977) dimana MORB (*Mid Oceanic Ridge Basalt*), OI (*Ocean Island*), C (*Continental*), SCI (*Spreading Centre Island*) dan IAACM (*Island Arc Active Continental Margin*)



Gambar 6. Diskriminasi batuan-batuan vulkanik di daerah Kulon Progo dalam diagram MnO-TiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Mullen (1983). OIT : *Oceanic Island Tholeiite*, MORB : *Mid Oceanic Ridge Basalt*, IAT : *Island Arc Tholeiite*, CAB : *Calc Alkaline Basalt*, OIA : *Oceanic Island Alkaline*.



Gambar 7. Perajahan data unsur tanah jarang di daerah Kulon Progo yang dinormalisasikan terhadap kondrit dari Sun dan McDonough, (1989) menunjukkan karakter Busur Kepulauan.